

不同品种大豆 (*Glycine max* L.)对中国菟丝子 (*Cuscuta chinensis*)寄生的生理生态响应

李树学 ,胡 飞* ,孔垂华 ,谭中文

(华南农业大学农学院 ,广州 510642)

摘要 :田间条件下观察了中国菟丝子危害 14 个大豆品种的差异 ,随后选择受中国菟丝子危害差异显著的 3 个品种与中国菟丝子混种 ,探讨田间条件下中国菟丝子危害这 3 个品种大豆植株的生理生态效应。实验显示 ,在寄生关系确立前 ,受危害重的大豆品种植株的光合色素含量和净光合速率、总黄酮和植株全氮的含量比受危害轻的品种高 ,而可溶性糖的含量则相反。在寄生关系确立后 ,危害重的品种植株光合色素含量和净光合速率、总黄酮和植株全氮的含量下降 ,可溶性糖含量则是危害程度愈重 ,升幅愈大。在相同栽培条件下 ,中国菟丝子生物量为 :危害重的大豆植株 > 危害轻的大豆品种植株 ,同时受危害重的大豆品种植株的生物量下降也大 ,但中国菟丝子生物量与寄生大豆植株生物量下降量的百分比为 :受危害重的品种 < 受危害轻的品种。结果表明 :中国菟丝子在大豆品种间的寄生差异与大豆品种光合作用、次生代谢、同化物质合成和氮含量指标的变化有关 ,受中国菟丝子影响后大豆品种间的这些生理指标的差异进一步扩大。

关键词 :中国菟丝子 ;大豆 ;寄生关系 ;生物量 ;生理生态效应

文章编号 :1000-0933 (2007)07-2748-08 中图分类号 :Q948.12+2.1 文献标识码 :A

Eco-physiological characteristics response of different soybean (*Glycine max* L.) cultivars to dodder (*Cuscuta chinensis*) parasitizing

LI Shu-Xue ,HU Fei* ,KONG Chui-Hua ,TAN Zhong-Wen

College of Agriculture ,South China Agricultural University ,Guangzhou 510642 ,China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (7) 2748 ~ 2755.

Abstract :In order to clarify interactions between parasitic weed dodder (*Cuscuta chinensis*) and soybean (*Glycine max* L.) , the degrade of damage caused by dodder parasitizing and related ecophysiological response of soybean were evaluated in the fields. The growth of 14 soybean cultivars was investigated before and after being parasitized by dodder to estimate the damage degree , and one cultivar in each degree was selected for further determining the eco-physiological response to dodder in comparison with non-parasitized (CK). The result demonstrated that like the non-parasitized soybean , both growth and damage degree of soybean under parasitized with dodder were varied with the cultivars. Plants with high concentration of photosynthetic pigments , flavones , total N , and the higher net photosynthetic rate , were more easily parasitized and damaged with dodder , whereas the contents of soluble sugar were lowered. After soybean was parasitized with dodder , the trends of these index was adverse. These eco-physiological indexes were significantly varied with degree of soybean parasitized with dodder. The biomass of dodder parasitized in the severe damaged soybean cultivars were higher

基金项目 :国家自然科学基金资助项目 (30470192)

收稿日期 :2006-12-01 ;修订日期 :2007-05-29

作者简介 :李树学 (1981 ~) 男 ,内蒙古赤峰人 ,硕士生。主要从事作物生理生态研究。E-mail :gzshuxuel@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail :hufei@scau.edu.cn

Foundation item :The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30470192)

Received date 2006-12-01 ;**Accepted date** 2007-05-29

Biography :LI Shu-Xue , Master candidate , mainly engaged in crop eco-physiology. E-mail :gzshuxuel@126.com

than that parasitized in weak damaged ones while the biomass of severe damaged soybean cultivars decreased more than that of weak damaged ones , therefore , the percentage of dodder biomass to the decreased biomass of soybean were higher in the weak damaged soybean cultivars. Both differences in growth differences of soybean cultivars parasitized by dodder and the damage degree of dodder on soybean , were related to photosynthesis , secondary metabolite , the transfer of assimilated products , and the total N content of soybean plants , and these differences became enlarged after being parasitized with dodder.

Key Words : dodder (*Cuscuta chinensis*) ; soybean ; parasitized ; biomass ; eco-physiological response

中国菟丝子 (*Cuscuta chinensis*) 是严重危害大豆 (*Glycine max* L.) 的寄生杂草^[1,2], 另一方面, 中国菟丝子作为价值较高中药材也多是寄生于大豆的田间收获^[3]。因此, 在实际生产中以收获大豆为目的就需要选择抗中国菟丝子的大豆品种以控制中国菟丝子的危害, 而以收获中国菟丝子为目的则需要利用易感中国菟丝子、且生物产量高的大豆品种。研究中国菟丝子在不同大豆品种间的寄生差异, 以及形成这些差异的生理生态基础, 无论是对大豆生产, 还是采收中国菟丝子都有重要的意义, 同时, 寄生植物与寄主间寄生关系确立机制也是当前植物种间关系研究的热点问题之一^[4~7]。近年来理论上对于茎寄生植物菟丝子选择寄主机制的研究已取得了长足进展, 研究者先后从寄主的物理诱导^[8,9]、寄主营养差异^[10~12]和寄主次生物质的诱导^[6,7,13]等方面进行了探索, 实践中, 由于农业生产结构的调整, 我国一些大豆产区利用种植大豆来收获中国菟丝子, 以获取更大的经济效益^[3]。因此, 无论是收获中国菟丝子还是大豆, 对中国菟丝子与大豆的寄生关系研究均有重要的意义, 本研究选择中国东北和南方地区共 14 个大豆品种, 通过田间试验分析中国菟丝子在不同大豆品种间的生长差异, 及其对不同大豆品种的危害差异和关生理生态指标的变化, 探讨中国菟丝子在大豆品种间寄生差异的生理生态机制。

1 材料与方法

试验分别于 2005 和 2006 年的 3~7 月在华南农业大学农场进行, 试验区地势平坦, 肥力均匀。土壤的理化性质为: 有机质含量为 20.73 g·kg⁻¹, 全氮含量 1.92 g·kg⁻¹, 全磷量 0.27 g·kg⁻¹, 全钾量 10.5 g·kg⁻¹。

1.1 试验材料

大豆品种分别为东 40、东 42、东 44、东 46、东 31990、粤春 03-3、L202、合丰 25、东 32384、东 1168、赣豆 4、绥农 14、福豆 234 和南春 1 号, 分别由不同的种子公司获得。中国菟丝子种子购自广州清平中药材市场。

1.2 试验方法

1.2.1 中国菟丝子对不同大豆品种危害程度差异的评价

将所选的 14 个品种大豆在试验地设置与中国菟丝子混种区, 3 次重复随机分布。每小区 2.5 × 4 m², 每区播种 10 行, 大豆采用穴播方式, 每穴播种 2 粒种子, 行距 40 cm, 株距 10 cm。按常规施肥量 150 kg·hm⁻² 复合肥 (N:P:K = 15:15:15, 一次性侧深施) 作种肥。大豆于 2005 年 3 月 15 日播种, 3 月 20 日出苗。中国菟丝子种子用 75% 的硫酸处理 15 min, 处理后用自来水反复冲洗 4~5 次, 剔除瘪粒, 于 4 月 10 日将处理过的中国菟丝子种子等量 (每小区播 25 g) 均匀撒于大豆行间地表, 播种前用水喷洒混种区地表, 保持表层土壤湿润, 以利中国菟丝子种子发芽。2~3 d 后中国菟丝子开始发芽, 4~5 d 后中国菟丝子根部开始退化并缠绕大豆植株产生吸器营寄生。当菟丝子与大豆形成寄生关系后, 分别于 7 d, 14 d 和 21 d 观测中国菟丝子对大豆危害动态过程, 综合分析划分中国菟丝子在所选大豆品种间的危害程度差异。

参考文献^[4,15]的方法划分中国菟丝子危害大豆程度。中国菟丝子覆盖单株大豆的程度用盖度 (百分率) 表示, 用目测方法获得, 数值由盖度 < 10% 记为 1, 到 90%~100% 记为 10, 划分 10 个等级。混种区内大豆受菟丝子危害的株数用频度表示, 分为 1~5 个等级, 具体赋值方法为: 平均每行 10 穴以上为 5, 6~10 穴为 4, 4~5 穴为 3, 2~3 穴为 2, 1 穴为 1。用盖度和频度的乘积来确定中国菟丝子对大豆的危害程度, 共分为 5 个

等级。具体赋值为 ,盖度×频度在 41~50 为 5 级 ,表示危害极严重 ;盖度×频度在 31~40 为 4 级 ,表示危害严重 ;乘积在 21~30 为 3 级 ,表示危害中等 ;乘积在 10~20 为 2 级 ,表示危害轻 ;乘积小于 10 者为 1 级 ,表示危害极轻。

1.2.2 中国菟丝子对不同危害程度大豆品种生理生态指标的测定

根据 1.2.1 的结果 (表 1) 2006 年分别选取东 44 (轻度危害)、东 46 (中等危害)和南春 1 号 (严重危害)3 个品种进行中国菟丝子危害大豆生理生态指标的试验。随机设置个中国菟丝子与所选 3 个大豆品种混种区和只种植大豆区作对照,5 个重复。小区面积和处理方法同 1.3.1,大豆于 3 月 20 日播种,3 月 27 日出苗。中国菟丝子种植方法同 1.2.1。4 月 3 日播种中国菟丝子,4 月 14 日中国菟丝子开始营寄生。

分别在寄生前 (2006 年 4 月 14 日)记为 0d、每隔 7d 随机选取混种区有中国菟丝子寄生的盖度一致的大豆植株和相应品种对照区大豆植株相同叶位的叶片,对照和混种区分别取 3 株,分别测定叶片光合色素含量、光合速率、总黄酮含量、可溶性总糖含量,隔 7d、21d 和 42d 分别在混种区与对照区取 5 株大豆,用锄头迅速将植株连根带土挖出,并用黑色胶袋包住根部,防止水分蒸发,取回实验室用 CI310 测定相同叶位的净光合速率。测完光合速率后,仔细除去混种区采集的大豆植株上的中国菟丝子,测大豆植株全氮量含量。至收获时采用收割烘干法在对照区和混种区分别选取 10 株大豆测定大豆植株和中国菟丝子生物量。

光合速率的测定采用 CI310 光合作仪,对从田间取回用胶袋包住根部的大豆植株进行活体测定,仪器装有 LED 光源,光量子能量密度为 1000μmol·m⁻²·s⁻¹。测定植株上部倒 2 枝展开叶,每株测 3 个叶片。大豆光合色素含量、总黄酮含量和可溶性糖含量的测定按文献^[6]方法进行,总氮的含量用凯氏定氮法测定。

1.3 数据处理与分析

采用 SPSS12.0 和 Excel 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

中国菟丝子对不同大豆品种的寄生危害程度差异

中国菟丝子出苗后,在形成寄生关系的 7~21d,菟丝子在大豆品种间的寄生差异逐步显现出来。寄生关系确立 21d 后,中国菟丝子危害大豆的程度表现出显著的差异,可划分出 3 个等级 (表 1)。

表 1 不同大豆品种受中国菟丝子寄生后的危害程度

Table 1 Damage degree of <i>C. chinensis</i> on different soybean cultivars															
品种 Cultivars	盖度			频度			盖度×频度			等级			危害度*		
	Cover scale			Frequency			Cover scale×Frequency			Grade			Damage degree		
	7d	14d	21d	7d	14d	21d	7d	14d	21d	7d	14d	21d	7d	14d	21d
东 44Dong44	2	4	5	1	1	2	2	4	10	1	1	2	VW	VW	W
东 40Dong40	1	3	5	2	2	3	2	6	15	1	1	2	VW	VW	W
福豆 234Fudou234	3	4	4	1	1	3	3	4	12	1	1	2	VW	VW	W
东 1168Dong1168	1	3	5	2	2	3	2	6	15	1	1	2	VW	VW	W
合丰 25Hefeng25	2	4	5	1	2	2	2	8	10	1	1	2	VW	VW	W
绥农 14Suinong14	2	4	6	2	3	3	4	12	18	1	2	2	VW	W	W
东 42Dong42	3	5	7	2	2	3	6	10	21	1	2	3	VW	W	M
东 46Dong46	3	6	7	2	3	3	9	18	21	1	2	3	VW	W	M
L202	3	6	8	2	2	3	6	12	24	1	2	3	VW	W	M
东 32384Dong 32384	3	6	8	2	2	3	6	12	24	1	2	3	VW	W	M
赣豆 4Gandou4	5	8	10	3	3	4	15	24	40	2	3	4	W	M	S
粤春 03-3Yuechun 03-3	4	8	10	3	3	4	12	24	40	2	3	4	W	M	S
东 31990Dong 31990	5	8	10	2	3	4	10	24	40	1	3	4	W	M	S
南春 1 号 Nanchun1	4	9	10	3	3	4	12	27	40	2	3	4	W	M	S

* VW 极轻 very weak , W 轻 weak , M 中等 middle , S 严重 Severe. 21d 后 ,划分 3 个等级 21d after parasitized there were 3 grades

2.2 中国菟丝子寄生对不同危害程度品种大豆间光合生理及生物量的影响

3 个中国菟丝子危害轻 (东 44)、中 (东 46)和严重 (南春 1 号)品种植株受寄生后大豆植株的光合色素含量的测定结果显示 :大豆叶片叶绿素含量愈高 ,大豆受危害的程度也愈重。但是受中国菟丝子危害后 3 个大豆品种植株的叶绿素含量均比对照低 ,在 0d 和 7d 与对照差异不显著 ,其余观测时段与对照的差异达显著水平 ($p < 0.05$) ,受危害愈重的大豆品种的叶绿素下降愈明显 (图 1)。图 1 表明所选 3 个大豆品种植株胡萝卜素含量变化与中国菟丝子寄生危害程度之间的关系与大豆叶绿素含量与中国菟丝子寄生危害的关系是一致的 ,但胡萝卜素在大豆品种间的差异要比叶绿素的含量的差异小。无论是叶绿素含量还是胡萝卜素的含量 ,受中国菟丝子影响危害重的大豆品种比受危害轻的品种下降的幅度要大 (图 1)。

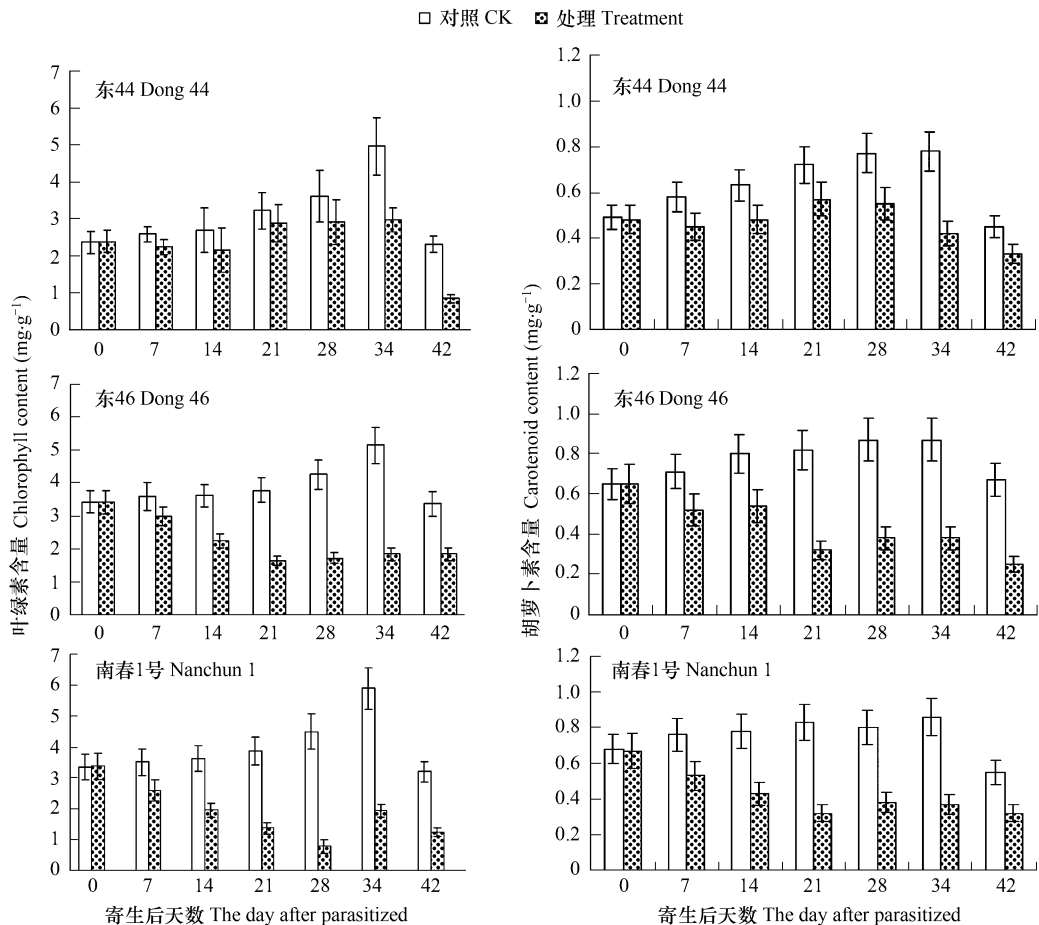


图 1 不同大豆品种寄生中国菟丝子前后叶绿素含量和胡萝卜素含量
Fig. 1 Chlorophyll and carotenoid content of soybean before and after parasitized with *C. chinensis*
误差线代表正负标准差 Error line indicated ± SE , n = 5

受中国菟丝子寄生不同危害程度大豆品种植株的净光合速率的变化趋势是一致的 ,但变化幅度大小有明显的不同 (图 2) ,寄生关系确立前 (0d) ,受危害程度重的品种植株 (南春 1 号)和受中等危害程度的品种 (东 46)植株的净光合速率之间没有差异 ,且均显著高于受危害程度轻的品种 (东 44)植株 ($p < 0.05$)。寄生关系确立初期 (7d) 3 种危害程度大豆品种植株间的净光合速率均上升 ,但没有达到显著水平 ,随着寄生时间的增加 3 种寄生程度品种间植株净光合速率与对照相比均有显著的下降 ($p < 0.05$) ,且下降幅度有明显的差异 ,具体表现为 :危害严重植株 > 危害中等植株 > 危害轻植株 ,其下降幅度规律与光合色素含量变化规律一致。

中国菟丝子在不同大豆品种上寄生生长的生物量因其危害大豆的程度不同而有差异。中国菟丝子的生物量大小的顺序为寄生于重度危害、中等危害和轻度危害的大豆 ,而大豆植株因受中国菟丝子危害生物量下

降的顺序相同 (表 2)。

因受中国菟丝子影响 ,与对照相比被寄生大豆植株生物量的下降顺序与中国菟丝子生物量增加的顺序一致。将中国菟丝子生物量与受其影响大豆植株生物量的下降量进行比较发现 ,轻度和中度寄生的大豆品种上中国菟丝子的生物量占受影响大豆植株生物下降量的百分比有明显的不同 ,中国菟丝子利用大豆生物量实现的干物质积累的百分率与危害程度的关系为 :在危害重的大豆品种植株上寄生的中国菟丝子的生物量总量虽然较大 ,但寄主生物量下降更大 ,反之 ,在危害轻的大豆品种植株上寄生的中国菟丝子的生物量总量虽然较小 ,但寄主大豆的生物量的下降更小。

2.3 中国菟丝子寄生与大豆品种间总黄酮含量的关系

图显示 ,中国菟丝子寄生大豆时选择黄酮含量较高的品种 ,但由于中国菟丝子的寄生 ,在寄生关系建立初期 7 ~ 14d 内 ,被寄生前黄酮含量愈高的大豆品种下降愈大 ,并且在绝对值上明显低于危害较轻的品种 ,到寄生关系建立后期 (28 ~ 42d) ,植株黄酮含量差异不显著 ($p < 0.05$)。

2.4 中国菟丝子寄生与大豆品种间可溶性糖含量的关系

中国菟丝子危害程度与大豆品种可溶性糖含量呈负相关 ,即中国菟丝子偏向于选择可溶性糖含量较低的品种。图 4 显示 ,由于中国菟丝子的寄生 ,大豆叶片可溶性糖的含量显著增加 ,但增加程度有明显的不同 ,表

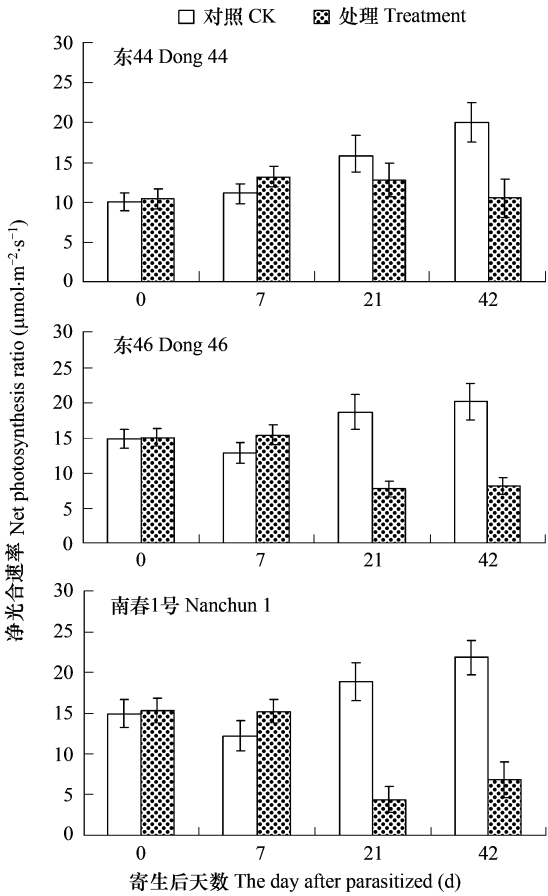


图 2 不同大豆品种中国菟丝子寄生前后净光合速率的变化

Fig. 2 Net photosynthetic rate of soybean before and after parasitized with *C. chinensis*

误差线代表正负标准差 Error line indicated ± SE , n = 5

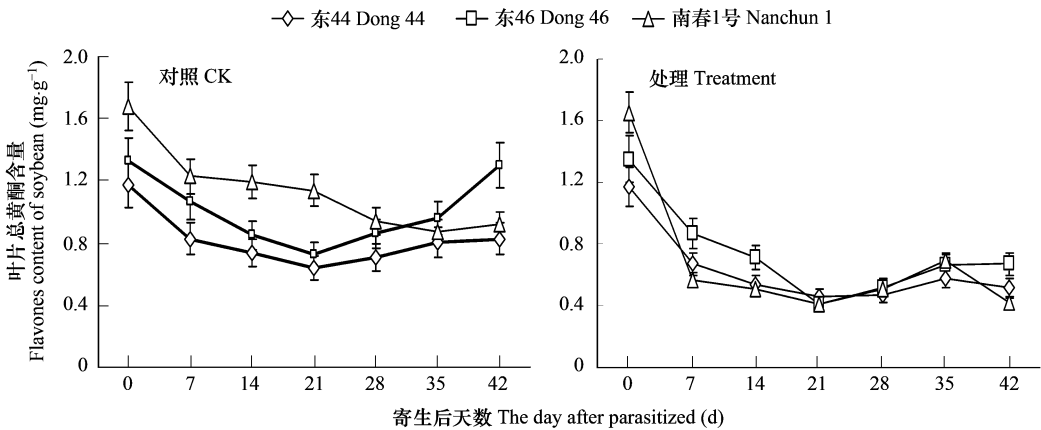


图 3 不同大豆品种寄生中国菟丝子前后总黄酮的含量

Fig. 3 Flavones content of soybean before and after parasitized with *C. chinensis*

误差线代表正负标准差 Error line indicated ± SE , n = 5

现为中国菟丝子危害较轻的品种 ,大豆叶片可溶性糖的含量增加较少 ,与对照间差异不明显 ,而受大豆危害程度中等的品种 ,叶片叶可溶性糖的含量在大豆生长 28 ~ 35d 内增加达到显著水平 ($p < 0.05$) ,到后期又与对

照差异不显著,对于受中国菟丝子危害重的大豆品种,受中国菟丝子影响后可溶性糖含量的波动较大,在7~21d可溶性糖含量波动上升,而在28~35d内可溶性糖的含量又明显下降,到大豆生长末期,又有所上升,且超过对照的含量。

表2 中国菟丝子与不同危害程度大豆品种间生物量的变化

品种 Materials	A (kg·(10plants) ⁻¹)		B (g·(10plants) ⁻¹)	C (kg)	D
	对照 CK	寄生 Parasitized			
东44 Dong 44	2.02 ± 0.18a	0.99 ± 0.11a	28.50 ± 2.56a	1.03 ± 0.21a	2.76% ± 0.42% a
东46 Dong 46	2.62 ± 0.31ab	0.65 ± 0.07b	34.56 ± 2.58ab	1.93 ± 0.28b	1.79% ± 0.37% ab
南春1号 Nanchun 1	3.09 ± 0.64b	0.28 ± 0.04c	40.29 ± 3.46b	2.77 ± 0.38c	1.45% ± 0.23% b

A:大豆植株生物量 Biomass of soybean plants ;B:菟丝子生物量 Biomass of *C. chinensis* parasitized in 10 soybean plants ;C:对照区大豆植株生物量与寄生区大豆植株生物量的差 the biomass difference between CK and parasitized plants soybean plants ,D = B/C × 100% ,误差线代表正负标准差 Error line indicated ± SE ,n = 5

2.5 中国菟丝子寄生与大豆植株全氮含量的关系

图5可知,中国菟丝子寄生差异与大豆品种间植株体内全氮含量有明显关系,含氮量高的品种中国菟丝子的危害就越重。受中国菟丝子影响后不同危害程度品种间植株氮含量的变化规律表现为:不同危害程度的品种含氮量均下降,危害愈重下降幅度愈大,且随寄生时间的增加,这种差异也随之增加。危害轻的品种与对照的差异观测时段内没有达到显著差异,中等危害程度的品种在寄生后21d与对照的差异达到显著水平,而危害重的品种在寄生关系确立后的7d与对照的差异即达到显著的差异($p < 0.05$)。

3 讨论

3.1 不同大豆品种对中国菟丝子建立寄生关系的影响

虽然中国菟丝子在受危害较重的品种盖度和频度在7~21d内快速增加(表1),而在受危害较轻的大豆上盖度和频度的增加都相对缓慢,无论寄主是何种大豆品种,中国菟丝子一旦寄生上,就都会继续生长,不会因品种较强的抗性而衰亡。在受危害较轻的大豆品种上,中国菟丝子分布的频度较低,表明中国菟丝子很难以与这些品种建立寄生关系。显然,这些大豆品种在中国菟丝子没有与其形成寄生关系前,一些植株就显示出对中国菟丝子的抗性,这种抗性既有可能是大豆的根系分泌和脱落物影响中国菟丝子生长引起的,也可能是由于中国菟丝子与这些大豆品种释放的挥发物进行相互识别的结果,在这两种因素中究竟是那种因素起主导作用,还两种因素同时起作用是一个非常有趣的问题。Runyon等在《Science》发表最新研究成果表明^[7],寄主挥发物对是菟丝子选择寄主的信号物质,本课题的研究进一步显示,在野外条件下菟丝子对寄主的选择是上述两种因素共同起作用的结果。中国菟丝子盖度在些品种上增加缓慢的事实表明,这些品种植株内有影响中国菟丝子正常生长的因素存在。

3.2 不同大豆品种对中国菟丝子寄生的生理响应

黄酮类化合物是植物防御病虫害的重要次生物质,同时也能抑制许多杂草的生长,具有重要的生态功能^[8]。观测中国菟丝子寄主种类表明,中国菟丝子偏向于选择那些黄酮类物质丰富的寄主,中国菟丝子寄生

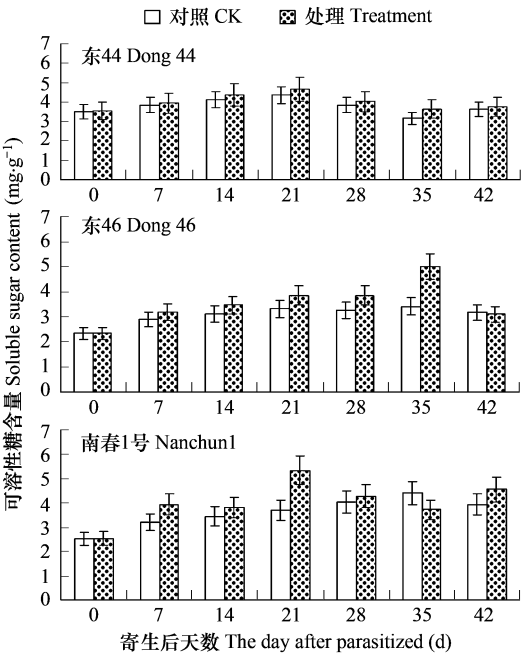


图4 不同大豆品种寄生中国菟丝子前后可溶性糖的含量
Fig.4 Soluble sugar content of soybean before and after parasitized with *C. chinensis*

误差线代表正负标准差 Error line indicated ± SE ,n = 5

和危害与大豆黄酮含量之间的结果存在两种可能的原因 ①中国菟丝子含有大量的黄酮类活性成分,受中国菟丝子影响后大豆植株总黄酮含量下降,可能是由于中国菟丝子通过吸器将大豆植株中的黄酮类物质直接吸取到菟丝子体内,造成大豆植株总黄酮含量下降。事实上,有研究显示,寄主体内的次生物质可以被寄生植物吸收^[7,13]。②中国菟丝子将寄主用于防御病虫害的防御物质作为选择寄生的信号物质^[4,5,7,18],而一旦寄生关系确立后又能抑制寄主黄酮类物质的合成,以减少黄酮类物质对自身的生长的不利影响。总之,大豆含有丰富的黄酮类物质,黄酮类物质在大豆与中国菟丝子寄生关系中的生态作用以及对大豆品质和中国菟丝子药用有效成份含量之间的关系是值得探讨的有趣课题。

中国菟丝子虽然偏向于选择可溶性糖含量较低的品种,但寄生关系确立后,可溶性糖含量迅速上升,这种上升与大豆受到其它逆境胁迫(如冷、旱、病害胁迫)时的结果是一致的^[19,20],但可溶性糖的含量的升高也可能有利于中国菟丝子对大豆光合产物的吸收。

3.3 不同大豆品种上寄生中国菟丝子生长差异的生态意义

从表面上看中国菟丝子在受其危害严重的大豆品种上生长有利^[11,12,21],但田间观察表明,由于受中国菟丝子危害较重,大豆植株往往很难完成正常的生育进程,甚至中途死亡,这必然导致中国菟丝子因失去营养供应而死亡,而不能产生种子,因此,从大豆和中国菟丝子繁殖的角度来看,这种寄生关系的确立是两败俱伤的。受中国菟丝子危害轻和中等程度的大豆生物量下降程度较小,中国菟丝子和大豆均能完成一个生命周期,大豆和中国菟丝子均能有成熟的种子收获,这种寄生关系的确立至少对中国菟丝子是有利的^[10,22]。

一般而言,大豆光合色素量高,净光合速率大,生长旺盛,与杂草的竞争能力就强,杂草生长会受到抑制,本研究的结果显示寄生杂草对大豆的危害与非寄生杂草危害有明显的不同,表现为光合色素含量较多、净光合速率大、含氮量高和生物量大,大豆品种易受到中国菟丝子的危害。因为这些大豆品种植株营养丰富为中国菟丝子寄生生长创造了良好的条件^[9,23,24],因而,那些高光合色素含量和高净光合速率的大豆品种受寄生杂草危害反而更加严重。

本研究揭示大豆品种间中国菟丝子寄生危害的程度以及寄生中国菟丝子生物量是有差异的,这种差异的存在为大豆抗(感)菟丝子种质的筛选提供了可能^[24~28]。

References :

[1] Park C. Protection of crops against parasitic weeds. Crop Protection ,1991 ,10 (1) 6—22.
[2] Shi D J ,Ce L G ,Chen Y M ,Lin F. Prevention of *Cuscuta* in soybean fields. Plant Protection ,2004 ,(11) 20.
[3] Li S G ,Wang Z R ,Qi H D. Methods and management for high efficiency in production of wheat — corn-soybean-*Cuscuta* model. Technique and Science of Agriculture and Forestry in Linxia ,2002 ,(3) 60—61 .
[4] Hu F ,Kong C H. Selectivity and Influence of parasite plants on their hosts. Chinese Journal of Applied Ecology ,2004 ,15 (5): 905—908.
[5] Malcolm C P ,Gareth K P. Impacts of parasitic plants on natural communities. New Phytologist ,2005 ,168 (1) 1—15.
[6] Hu F ,Kong C H. Parasite plants chemical recognition to hosts. Acta Ecologica Sinica ,2003 23 (5):965—971 .
[7] Harro J B ,Radoslava M ,Sun Z ,Michael H B. Secondary metabolite signalling in host — parasitic plant interactions. Current Opinion in Plant

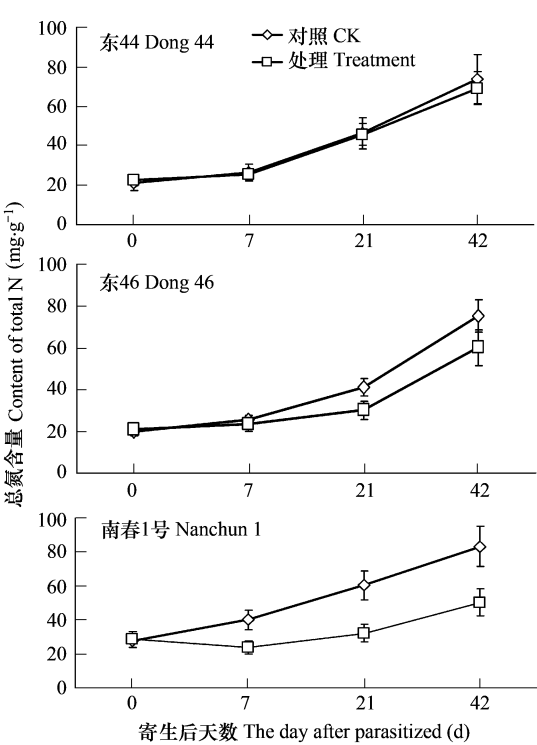


图5 不同大豆品种寄生中国菟丝子前后的植株含氮量
Fig. 5 Total N content of soybean before and after parasitized with *C. chinensis*
误差线代表正负标准差 Error line indicated ± SE , n = 5

Biology ,2003 6 (4) 358 — 364.

[8] Tada Y ,Sugai M ,Furuhashi K. Haustoria of *Cuscuta japonica* , a holoparasitic flowering plant ,are induced by the cooperative effects of far-red light and tactile stimuli. Plant Cell Physiology ,1996 ,37 (8) :1049 — 1053.

[9] Benvenuti S ,Dinelli G ,Bonetti A ,Catizone P. Germination ecology ,emergence and host detection in *Cuscuta campestris*. Weed Research ,2005 ,45 (4) 270 — 278.

[10] Hu F ,Kong C H ,Liang W J ,Zhang C X ,Wang P. Selection behavior of *Cuscuta japonica* on their hosts. Chinese Journal of Applied Ecology ,2005 ,16 (2) 323 — 327 .

[11] Kelly C K. Resource choice in *Cuscuta europaea*. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) ,1992 89 (24) :12194 — 12197.

[12] Kelly C K ,Horning K. Acquisition order and resource value in *Cuscuta attenuata*. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) ,1999 96 (23) :13219 — 13222.

[13] Estabrook M E ,Yolder J I. Plant-plant communications :Rhizosphere signaling between parasitic angiosperms and their hosts. Plant Physiology ,1998 ,116 (1) 1 — 7.

[14] Guo F G ,Li Y H. Investigation harm of *Cuscuta japonica* in Yunnan Province. Weed Science in China ,1999 ,3 (3) :11 — 12.

[15] Wang B S. Phytocoenology. Beijing :Higher Education Press ,1984. 18 — 20.

[16] Zhang Z L ,Qu W Q. The experimental guide for plant physiology (3rd). Beijing :Higher Education Press ,2004. 67 — 175.

[17] Runyon J B ,Mescher M C ,De Moraes C M. Volatile chemical cues guide host location and host selection by parasitic plants. Science ,2006 313 (5795) :1964 — 1967.

[18] Martens S ,Mith fer A. flavones and flavone synthases. Phytochemistry ,2005 66 (20) 2399 — 2407.

[19] Wang Q M ,Xu X C ,Ma Y S ,Wu S G. Influences of drought stress on physiological and biochemical characters of different soybean varieties in flowering period. Agricultural Research in the Arid Areas ,2005 23 (4) :98 — 102.

[20] Li H Y ,Liu Y G ,Yang Q K. Studies on the soluble sugar content in soybean leaves of resistant and susceptible cultivars to *Cospora soynna* Hara. Chinese Journal of Oil Crop Sciences ,2002 ,24 (3) :50 — 51.

[21] Donald R. S. *Impatiens capensis* (Balsaminaceae) Meerb. is a necessary nurse host for the parasitic plant *Cuscuta gronovii* (Cuscutaceae) Willd. ex J. A. Schultes in Southeastern Michigan wetlands. The American Midland Naturalist 2005 ,153 (1) 33 — 40.

[22] Puustinene S ,Koskela T ,Mutikainen P. Relatedness affects competitive performance of a parasitic plant (*Cuscuta europaea*) in multiple infections. Journal of Evolution Biology ,2004 17 (4) :897 — 903.

[23] Jeschke W D ,Baig A ,Hilpert A. Sink-stimulated photosynthesis ,increased transpiration and increased demand-dependent stimulation of nitrate uptake :nitrogen and carbon relations in parasitic association *Cuscuta reflexa*-*Coleus blumei*. Journal of Experimental Botany ,1997 48 (309) 915 — 925.

[24] Jeschke W D ,Hilpert A. Sink-stimulated photosynthesis and sink - dependent increase in nitrate uptake :nitrogen and carbon relations of parasitic association *Cuscuta reflexa*-*Coleus blumei*. Plant ,Cell and Environment ,1997 20 (1) 47 — 56.

[25] Zehhar N ,Labrousse P ,Arnaud M C ,Boulet C ,Bouya D ,Fer A. Study of resistance to *Orobanche ramosa* in host (oilseed rape and carrot) and non-host (maize) plants. European Journal of Plant Pathology ,2003 109 (1) :75 — 82 .

[26] Labroussea P ,Arnauda M C ,GriveaubY ,Fera A ,Thalouarna P. Analysis of resistance criteria of sunflower recombined inbred lines against *Orobanche cumana* Wallr. Crop Protection ,2004 ,23 (5) :407 — 413.

[27] Lóopez-Curto L ,Márquez-Guzmán J ,Díaz-Pontones D M. Invasion of *Coffea arabica* (Linn.) by *Cuscuta jalapensis* (Schlecht) :in situ activity of peroxidase. Environmental and Experimental Botany ,2006 56 (1) :127 — 135.

[28] Phonenix G K ,Press M C. Linking physiological traits to impacts on community structure and function :the role of root hemiparasitic Orobanchaceae (ex-Scrophulariaceae). Journal of Ecology ,2005 ,93 (1) 67 — 78.

参考文献：

[2] 史殿军 ,崔良刚 ,程义美 ,林峰. 大豆田菟丝子的防治. 植物保护 2004 ,(11) 20.

[3] 李生贵 ,王自荣 ,祁慧东. 小麦套种玉米间种大豆寄生菟丝子高效栽培技术. 宁夏农林科技. 2002 ,(3) 60 ~ 61.

[4] 胡飞 ,孔垂华. 寄生植物对寄主的选择和影响. 应用生态学报 ,2004 15 (5) 905 ~ 908.

[6] 胡飞 ,孔垂华. 寄生植物对寄主植物的化学识别. 生态学报 2003 23 (5) 965 ~ 971.

[10] 胡飞 ,孔垂华 ,梁文举 ,张朝贤 ,王朋. 日本菟丝子对寄主的选择行为. 应用生态学报 2005 16 (2) :323 ~ 327.

[14] 郭凤根 ,李扬汉. 云南省日本菟丝子危害性的调查研究. 杂草科学 ,1999 ,3 (3) :11 ~ 12.

[15] 王伯荪. 植物群落学. 北京 :高等教育出版社 ,1984. 18 ~ 20.

[16] 张志良 ,瞿伟菁. 植物生理学实验指导. 北京 : (第三版)高等教育出版社 ,2004. 67 ~ 70 ,127 ~ 128 ,173 ~ 175.

[19] 李海英 ,刘亚光 ,杨庆凯. 大豆品种感染灰斑病前后可溶性糖含量的比较. 中国油料作物学报 ,2002 ,24 (3) 50 ~ 51.

[20] 王启明 ,徐心诚 ,马原松 ,吴诗光. 干旱胁迫下大豆开花期的生理生化变化与抗旱性的关系. 干旱地区农业研究 2005 23 (4) 98 ~ 102.