不同温度条件对棉蚜、棉长管蚜种间竞争关系的影响*

冯丽凯[1**] 高桂珍[2***] 吕昭智[2] 贾慧敏[1] 王佩玲[1***]

（1. 石河子大学农学院/新疆绿洲农业病虫害治理与植保资源利用自治区普通高校重点实验室，石河子 832000；
2. 中国科学院新疆生态与地理研究所/干旱区生物地理与生物资源重点实验室，乌鲁木齐 830011）

摘 要 **【目的】** 棉蚜 *Aphis gossypii* 和棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii* 是棉花上的共存种，本文拟明确不同恒温条件下两种蚜虫单种和共存时的种群动态、有翅蚜发生及在棉株上的分布情况，探讨温度对两者种间竞争的作用。**【方法】** 棉蚜、棉长管蚜单种、混合初始等蚜量设置，分别置于室内 21、24 和 27℃恒温条件下，系统调查记录各处理种群数量、有翅蚜数量及在棉株上的分布，应用内禀增长率 r_m、空间分布情况、有翅蚜比例为竞争判别指标。**【结果】** 棉蚜单种种群过程的 r_m 均大于棉长管蚜，共存条件下一种对另一种蚜虫的 r_m 均没有显著影响；棉蚜种群 97%以上在叶片活动，棉长管蚜在叶片的比例为 55%~75%；同一温度条件，两种共存不影响对方在棉花叶片和茎秆上的分布；棉蚜和棉长管蚜主要分布于棉花中上部。随温度升高，共存种群中棉蚜向棉株下部移动的比例增加，单种和共存种群棉长管蚜趋向于棉株上部移动。同一温度条件下，共存对棉蚜上下分布没有明显影响。21℃和 27℃棉蚜的存在对棉长管蚜没有显著影响，但 24℃时共存可使棉长管蚜在下部的比例明显增加；随温度的升高，棉蚜有翅蚜比例下降显著，而棉长管蚜无显著变化。**【结论】** 适温范围内，两种蚜虫种间竞争的存在不影响彼此的内在繁殖能力，棉蚜比棉长管蚜具有更强的内在竞争能力；温度对棉蚜在竞争活动空间上的影响不明显，而对棉长管蚜的上下位置的选择有一定作用；种间竞争和种内竞争加速棉蚜有翅蚜的发生。

关键词 温度，棉蚜，棉长管蚜，共存，单种，竞争

Interspecific competition between *Aphis gossypii* Glover and *Acyrthosiphon gossypii* Mordviiko at different temperatures

FENG Li-Kai[1**] GAO Gui-Zhen[2***] LÜ Zhao-Zhi[2] JIA Hui-Min[1] WANG Pei-Ling[1***]

(1. Key Laboratory at Universities of Xinjiang Uygur Autonomous Region for Oasis Agricultural Pest Management and Plant Protection Resource Utilization, College of Agriculture, Shihezi University, Shihezi 832000, China; 2. Key Laboratory of Biogeography and Bioresource in Arid Land, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

Abstract **[Objectives]** *Aphis gossypii* Glover and *Acyrthosiphon gossypii* Mordviiko coexist on cotton. This article aims to quantify their population dynamics, the proportion of alates produced and their spatial distribution on cotton plants at different constant temperatures, both when in isolation and in sympatry. The effects of temperature on competition between the two species is analyzed and discussed. **[Methods]** The same initial number of *Ap. gossypii* and *Ac. gossypii* were introduced to cotton plants at 21, 24, and 27℃, and their population dynamics, number of alates and spatial distribution record at fixed time intervals. The intrinsic rate of increase (r_m), spatial distribution and proportion of alates produced were taken as indices of competition. **[Results]** r_m of *Ap. gossypii* were larger than that of *Ac. gossypii* and coexistence had no significant effect on the r_m of either species. The proportion of *Ap. gossypii* on cotton leaves was > 97%, whereas that of *Ac. gossypii* was 55%-75%. Coexistence had no significant effect on the relative abundance of either species on leaves or stems, they both preferred

* 资助项目 Supported projects：国家自然科学基金（31301673）

**第一作者 First author，E-mail：fenglikaiwp@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：wangpl@126.com；gaoguizhen1984@163.com

收稿日期 Received：2015-03-19，接受日期 Accepted：2015-03-25

the upper part of cotton plants. There were little differences between species. The proportion of *Ap. gossypii* increased with temperature relative to that of *Ac. gossypii*, irrespective of whether the species were in isolation or in sympatry, and *Ap. gossypii* had a greater preference for the upper part of the cotton. Coexistence had no effect on the distribution of *Ap. gossypii* at 21℃ and 27℃. However at 24℃, the ratio of *Ap. gossypii* increased on the lower part of cotton plants. The proportion of alate *Ap. gossypii* declined significantly with increasing temperature whereas that of *Ac. gossypii* did not. **[Conclusion]** Interspecific competition between *Ap. gossypii* and *Ac. gossypii* had no effect on the reproductive parameters of either species but *Ap. gossypii* had stronger competitive ability at higher temperature. Temperature had little effect on the spatial distribution of *Ap. gossypii*, and a limited effect on the vertical distribution of *Ac. gossypii*. Interspecific competition and intraspecific competition increased the proportion of alate *Ap.gossypii.*

Key words temperature, *Aphis gossypii* Glover, *Acyrthosiphon gossypii* Mordviiko, coexistence, single species, competition

棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 是世界性害虫，广泛分布于北纬 60°至南纬 40°地区（朱弘复和张广学，1955），主要危害棉花、瓜类等重要农作物，在我国各棉区均有发生。1985 年新疆吐鲁番地区开始发生，并迅速扩散到新疆各棉区，逐年加重，在南北疆大部分棉区大发生或特大发生，成为新疆棉区的主要害虫（吕昭智等，2002；李号宾等，2008）。棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii* Mordviiko 分布范围相对狭窄，在国内仅分布于新疆和甘肃，在 20 世纪 50—70 年代为新疆棉区的优势种（吕昭智等，2002；高桂珍等，2012）；棉蚜和棉长管蚜虫是新疆棉区棉花上共存的重要害虫，是影响棉花生产的重要因素之一。田间监测分析可知：棉田中棉蚜和棉长管蚜的优势地位在发生变化，棉花苗期（6 月初）以棉长管蚜危害为主，为优势种，棉花中后期主要为棉蚜危害，棉长管蚜数量迅速减少，棉蚜逐渐上升为优势种（吕昭智等，2002）。

温度是影响昆虫种群动态变化和昆虫发育速率的关键气象因子。棉蚜在 26～30℃范围内，若虫发育历期随着温度升高而缩短（苗伟等，2008），在 35℃高温下不能正常存活和繁殖（刘健等，2003；苗伟等，2008）；棉长管蚜在 20～30℃范围内，若虫发育历期先缩短后增大，超过 30℃，不能继续繁殖（Gao *et al.*，2013）；在间歇高温条件下（每天 32℃高温胁迫 4 h，其余时间为 24℃），棉蚜比棉长管蚜更具竞争力（高桂珍等，2012）。适温区（20～30℃）温度对共存种棉蚜和棉长管蚜种群动态影响的工作开展的相对较少。

昆虫群落结构中关于植食性昆虫种间竞争一直备受关注。生态位相同的两种刺吸式昆虫，大多不能长期共存于同一空间范围内，可能是由于刺吸式昆虫容易聚集，可取食的寄主范围较狭窄，会加重种内与种间的食物竞争（Lawton and Strong，1981；Denno and Roderick，1992）。石河子地区多年的棉田系统调查显示：棉长管蚜和棉蚜生态位重叠明显，发生期部分重合，高峰错落，温度对棉田中两者此消彼长的主要影响还未见研究报道。本文主要讨论在室内控制适生温度范围内，温度对共存种棉蚜和棉长管蚜的种群动态和在棉株上分布情况的影响，探明两种蚜虫的竞争关系及竞争的条件约束，从生物学的角度解释棉蚜和棉长管蚜种群消长的原因，同时为科学防治蚜虫发生提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验所使用棉苗通过温室盆栽培育，棉种由石河子农垦科学院提供。营养土由表层土与花土 1∶1 混合而成，盆栽花盆大小为 d=24 cm、h=23 cm。每个花盆种植棉种 3 粒，到棉苗长到 6～8 片真叶时，选取长势较好的棉苗用于实验，棉苗生长过程中无农药处理。

实验所使用的棉蚜和棉长管蚜均采自石河子农垦科学院试验田，在光照培养箱内通过单克隆方法饲养 3 代以后作为实验材料使用，饲养条件为：温度（24±1）℃，湿度 50%±5%，光周期 14L∶10D。

1.2　实验方法

挑选棉蚜与棉长管蚜成虫若干头，分别单种、混合接到单株棉苗上，24 h 后用软毛笔抹去所有成蚜和多余若蚜，单种定植为 6 头/株，用 Single-棉蚜和 Single-棉长管蚜表示（简称 S-棉蚜和 S-棉长管蚜）；混合处理也为 6 头/株，两种蚜虫比例为 3∶3 头/株，用 Mix-棉蚜和 Mix-棉长管蚜表示（简称 M-棉蚜和 M-棉长管蚜）。每个处理重复 6 次，每 5 d 观察一次，分别记录棉蚜和棉长管蚜在叶片和茎秆、棉苗上部和下部（以调查当时棉株中间叶片叶柄基部为准，以上为上部，以下为下部）以及有翅蚜和无翅蚜数量，到某一种群消失时结束。并用 80 目纱网罩单株，以防蚜虫逃逸，在光照恒温室内进行实验，温度梯度为 21℃、24℃和 27℃，湿度 50%±5%，光周期 14L∶10D。

1.3　数据分析

内禀增长率（r_m）是指在一定的温度、湿度下，某种生物获得最大增长率。在两个具有相同生态位的生物种之间，具有较大的 r_m 的物种将会在竞争中生殖繁衍取得优势，而另一种物种在竞争中处于劣势（刘涛和孙军杰，1998；李亚和程立生，2011）。本文拟主要通过棉蚜和棉长管蚜种群动态的 r_m 判断两种蚜虫在竞争中的优劣势。

内禀增长率 r_m 的计算公式：

$$r_m=(\ln N_t/N_o)\cdot t^{-1}$$

N_t— t 时间的种群数目；N_0—起始时间的种群数目。

利用 Microsoft Excel 软件对所得试验数据进行统计分析，Origin 7.5 软件绘图和 SPSS17 进行单因素方差分析和 t-检验。

2　结果与分析

2.1　不同温度下单种种群棉蚜和棉长管蚜种群动态和 r_m

不同温度下单种种群动态及 r_m 值分别见图 1 和表 1。由图 1 可知，21、24 和 27℃条件下，S-棉长管蚜种群分别在第 20 天、第 10 天和第 5 天达到高峰，峰值分别为 339.17 头、103.5 头和 40.67 头，明显呈现出随温度的升高，到达峰值的时间越短、高峰值越低的趋势，27℃时仅达 40.67 头/株种群就明显开始下降；而 S-棉蚜在测定时间段，种群持续呈增长状态，测定结束时的种群分别达 5 260.17 头、3 774.83 头和 3 747.5 头。由表 1 可知，在 21℃和 27℃条件下，S-棉蚜种群的 r_m 始终大于 S-棉长管蚜；24℃条

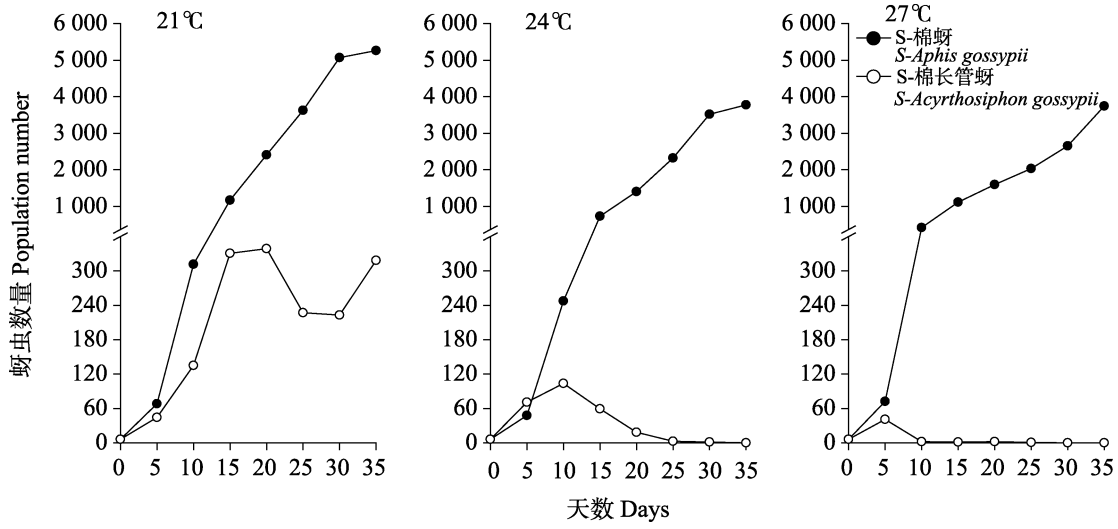

图 1　21、24 和 27℃条件下单种种群棉蚜和棉长管蚜种群动态

Fig. 1　Population dynamics of *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* of single population at 21, 24 and 27℃

表 1 21、24 和 27℃条件下单种种群棉蚜、棉长管蚜的 r_m

Table 1 The r_m of *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* of single population at 21, 24 and 27℃

天数 Days	21℃		24℃		27℃	
	S-棉蚜 *Aphis gossypii*	S-棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii*	S-棉蚜 *Aphis gossypii*	S-棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii*	S-棉蚜 *Aphis gossypii*	S-棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii*
5	0.487	0.399	0.416	0.495	0.497	0.383
10	0.304	0.224	0.328	0.075	0.352	- 0.602
15	0.265	0.179	0.217	- 0.111	0.196	- 0.058
20	0.144	0.005	0.130	- 0.233	0.071	0.088
25	0.082	- 0.080	0.101	- 0.375	0.049	- 0.206
30	0.067	- 0.004	0.054	- 0.177	0.053	- 0.183
35	0.007	0.071	0.018	- 0.251	0.069	–

件下，除第 5 天的 S-棉蚜的 r_m 小于 S-棉长管蚜外，以后各次的 r_m 均大于 S-棉长管蚜。S-棉蚜和 S-棉长管蚜的 r_m 均随时间推移而下降，但 S-棉蚜的 r_m 下降缓慢，而 S-棉长管蚜的 r_m 急剧下降。种群及 r_m 数值均表明在这 3 个温度处理下，S-棉蚜种群具有更强的内在竞争力。

2.2 不同温度下共存种群棉蚜和棉长管蚜种群动态和 r_m

不同温度下共存种群动态及 r_m 值分别见图 2 和表 2。由图 2 可知，21、24 和 27℃条件下，M-棉长管蚜种群分别在第 20 天、第 15 天和第 5 天达到高峰，峰值分别为 184.5 头、82.17 头和 26.5 头，明显呈现出随温度的升高，到达峰值的时间越短、高峰值越低的趋势，27℃时仅达 26.5 头/株种群就明显开始下降；而 M-棉蚜在测定时间段，种群持续呈增长状态，测定结束时的种群分别达 3 805.33 头、3 324.83 头和 2 209.17 头。由表 2 可知，在 21℃条件下，M-棉蚜种群的 r_m 始终大于 M-棉长管蚜；24℃和 27℃条件下，除第 5 天的 M-棉蚜的 r_m 小于 M-棉长管蚜外，以后各次的 r_m 均大于 M-棉长管蚜。M-棉蚜和 M-棉长管蚜的 r_m 均随时间推移而下降，但 M-棉蚜的 r_m 下降缓慢，而 M-棉长管蚜的 r_m 急剧下降。种群及 r_m 数值均表明在这 3 个温度处理下，共存种群中的棉蚜仍然具有最强的内在竞争力。

2.3 不同温度下棉蚜、棉长管蚜单种与共存种群 r_m 的比较

21、24 和 27℃条件下，单种和共存中的棉蚜的 r_m 之间没有明显差异（t_{14}= - 0.127，P=0.900＞0.05；t_{14}= - 2.38，P=0.815＞0.05；t_{14}= - 0.052，P=0.960＞0.05）；单种和共存中的棉长管蚜的 r_m 之间也没有明显差异（t_{14}=0.950，P=0.358＞0.05；t_{13}= - 0.060，P=0.953＞0.05；t_{10}=0.162，P=0.874＞0.05）。表明种间竞争并没有影响棉蚜和棉长管蚜的繁衍能力。

2.4 不同温度下单种和共存种群棉蚜和棉长管蚜种群分布特点比较

不同温度下两种蚜虫在叶片和茎秆、棉苗上部和下部、无翅蚜所占总量比率分别见图 3、图 4 和图 5。

由图 3 可见，在 21、24 和 27℃条件下，棉蚜无论在单种还是共存时在叶片上的比率都在 97%以上，各温度间没有明显差异（F_2=0.172，P=0.844＞0.05；F_2=1.492，P=0.256＞0.05）；棉长管蚜两种条件下在叶片上的比率为 55%～75%，各温度间也没有明显差异（F_2=0.417，P=0.667＞0.05；F_2=0.366，P=0.699＞0.05）。说明棉蚜主要在叶片上活动，而棉长管蚜在叶片和茎秆上都有活动。在 21、24 和 27℃条件下，共存对棉蚜在棉花叶片上的分布没有明显差异

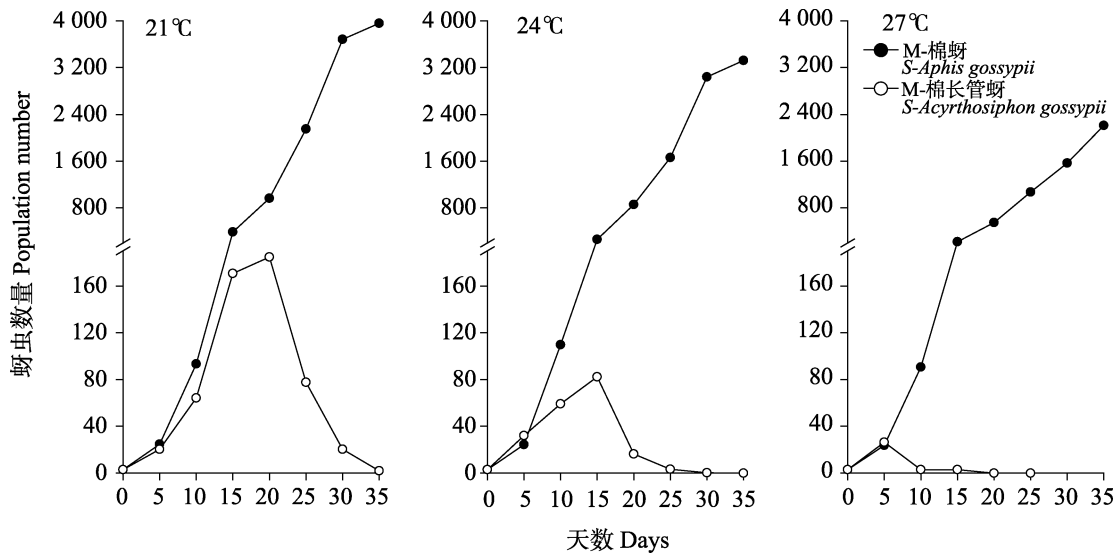

图 2　21、24 和 27℃条件下共存种群中棉蚜、棉长管蚜种群动态

Fig. 2　Population dynamics of *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* of mix population at 21, 24 and 27℃

表 2　21、24 和 27℃条件下共存种群棉蚜和棉长管蚜的 r_m

Table 2　The r_m of *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* of mix population at 21, 24 and 27℃

天数 Days	21℃		24℃		27℃	
	M-棉蚜 *Aphis gossypii*	M-棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii*	M-棉蚜 *Aphis gossypii*	M-棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii*	M-棉蚜 *Aphis gossypii*	M-棉长管蚜 *Acyrthosiphon gossypii*
5	0.421	0.383	0.419	0.473	0.413	0.436
10	0.266	0.230	0.301	0.123	0.268	- 0.436
15	0.287	0.195	0.175	0.066	0.176	0.011
20	0.181	0.016	0.236	- 0.321	0.184	- 0.589
25	0.160	- 0.173	0.133	- 0.320	0.133	–
30	0.107	- 0.266	0.121	- 0.461	0.077	–
35	0.014	- 0.449	0.018	–	0.068	–

（t_{10}= - 0.206，P=0.841＞0.05；t_{10}= - 0.868，P=0.406＞0.05；t_{10}= - 0.667，P=0.520＞0.05）；共存对棉长管蚜在棉花叶片上分布也没有明显差异（t_{10}=0.023，P=0.982＞0.05；t_{10}=1.256，P=0.238＞0.05；t_{10}=1.325，P=0.215＞0.05）。

由图 4 可见，在 21、24 和 27℃条件下，单种种群和共存种群中的棉蚜、棉长管蚜在棉苗上部分布的比率主要集中在 50%以上。3 个温度条件对 S-棉蚜在棉花上、下部分布没有显著的影响（F_2=0.266，P=0.77＞0.05）；3 个温度条件对 M-棉蚜在棉花上、下部分布有显著的影响，随着温度的升高 M-棉蚜在棉花上部分布的比率降低（F_2=5.413，P=0.017＜0.05＝。3 个温度条件对 S-棉长管蚜和 M-棉长管蚜在棉花上、下部分部分都有极显著的影响，随着温度的升高，S-棉长管蚜和 M-棉长管蚜在棉花上部分布的比率升高（F_2=9.040，P=0.003＜0.01；F_2=9.223，P=0.002＜0.01）。在 21、24 和 27℃条件下，两种蚜虫共存对棉蚜在棉花上部分布没有明显差异（t_{10}= - 2.210, P=0.052＞0.05；t_{10}=1.156，P=0.275＞0.05；t_{10}=2.015, P=0.072＞0.05）；在 21℃和 27℃条件下，两种蚜虫共存对棉长管蚜

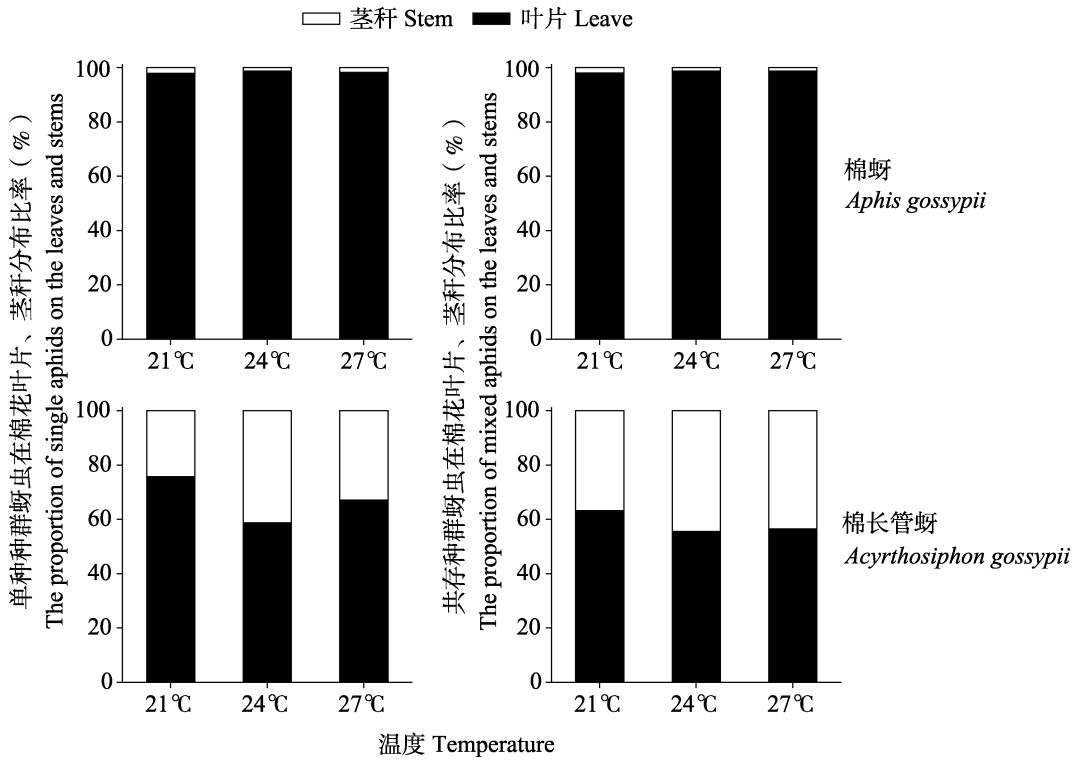

图 3　21、24 和 27℃条件下单种种群和共存种群中棉蚜和棉长管蚜在叶片和茎秆上所占的比率

Fig. 3　The proportion of single and mixed of *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* on the leaves and stems at 21, 24 and 27℃

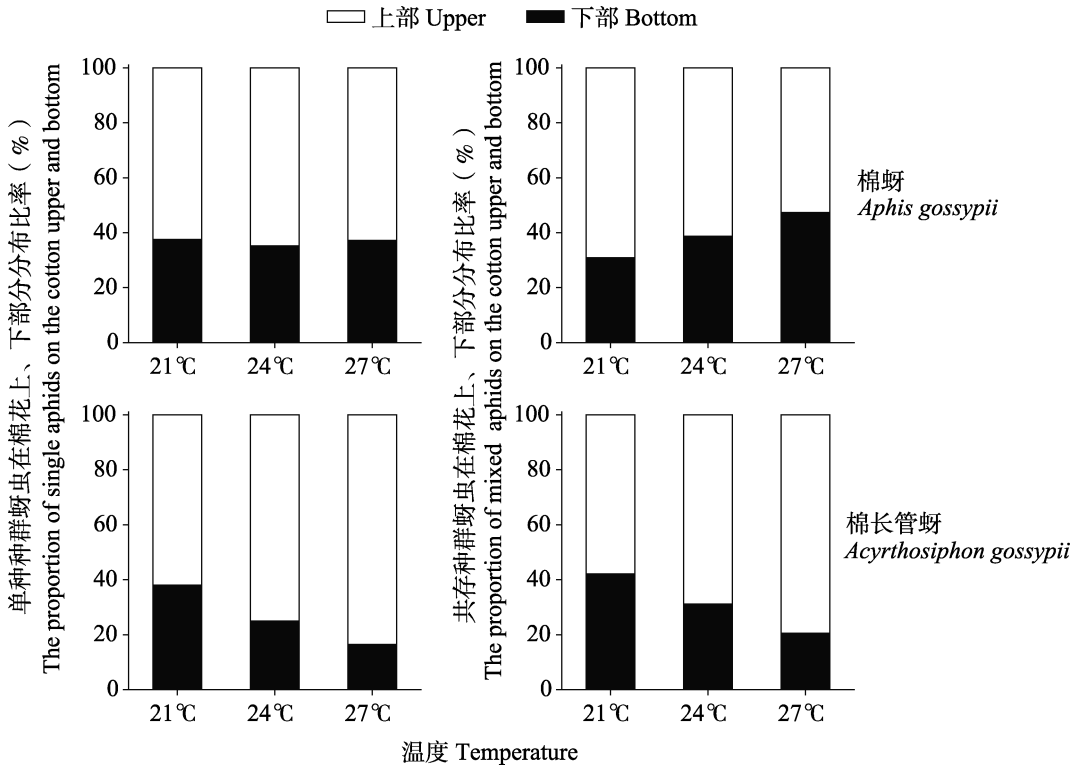

图 4　21、24 和 27℃条件下单种种群和共存种群中棉蚜、棉长管蚜在棉花上部和下部所占的比率

Fig. 4　The proportion of single and mixed of *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* on the cotton upper and bottom at 21, 24 and 27℃

在棉花上部分布没有明显差异（t_{10}=2.101，P=0.062＞0.05；t_{10}=0.023, P=0.982＞0.05），而在24℃条件下是存在明显差异（t_{10}=3.058，P=0.012＜0.05）。

由图 5 可见，在 21、24 和 27℃条件下，单种种群和共存种群中的棉蚜、棉长管蚜主要为无翅蚜，其比率都在 95%以上。温度对 S-棉蚜和 M-棉蚜中有翅蚜的形成有极显著的影响，随着温度的降低，棉蚜有翅蚜的比率越来越大（F_2=33.367，P=0.000＜0.01；F_2=13.272，P=0.000＜0.01），而温度对 S-棉长管蚜和 M-棉长管蚜中有翅蚜的形成没有明显的影响（F_2=1.533，P=0.248＞0.05；F_2=1.839，P=0.193＞0.05）。

3　结论与讨论

3.1　棉蚜和棉长管蚜种群发生与温度的关系

本试验结果表明，21、24 和 27℃条件下，第 10 天以后单种种群和共存种群中棉蚜的 r_m 均大于棉长管蚜，适宜温区内棉蚜的内在竞争优势明显；单种种群和共存种群的棉蚜、棉长管蚜的 r_m 随时间推移均呈下降趋势，棉蚜的 r_m 缓慢下降，棉长管蚜的 r_m 急剧下降，且两种蚜虫共存对另一种的 r_m 没有明显影响，表明重叠发生期种间竞争的存在不影响彼此的内在繁殖能力；3 个温度条件下相比，棉蚜和棉长管蚜在 21℃种群数量都达到最大量，随着温度的升高，棉蚜还处在上升趋势，而棉长管蚜达到高峰的时间确越来越短，峰值越来越低且快速灭绝。可见，21℃时棉蚜和棉长管蚜都有较高的繁殖能力，在 21～27℃条件下棉蚜比棉长管蚜有更强的种间竞争力、更耐高温。这更好的解释了在棉花生长的中后期随着温度升高，棉长管数量迅速减少，而棉蚜数量继续上以至于在棉花后期升成为优势种群的原因。相关研究表明，先危害小麦的禾谷缢管蚜会使随后进入的麦长管蚜繁殖力降低（Gianoli，2000），本实验表明，单独生长的棉

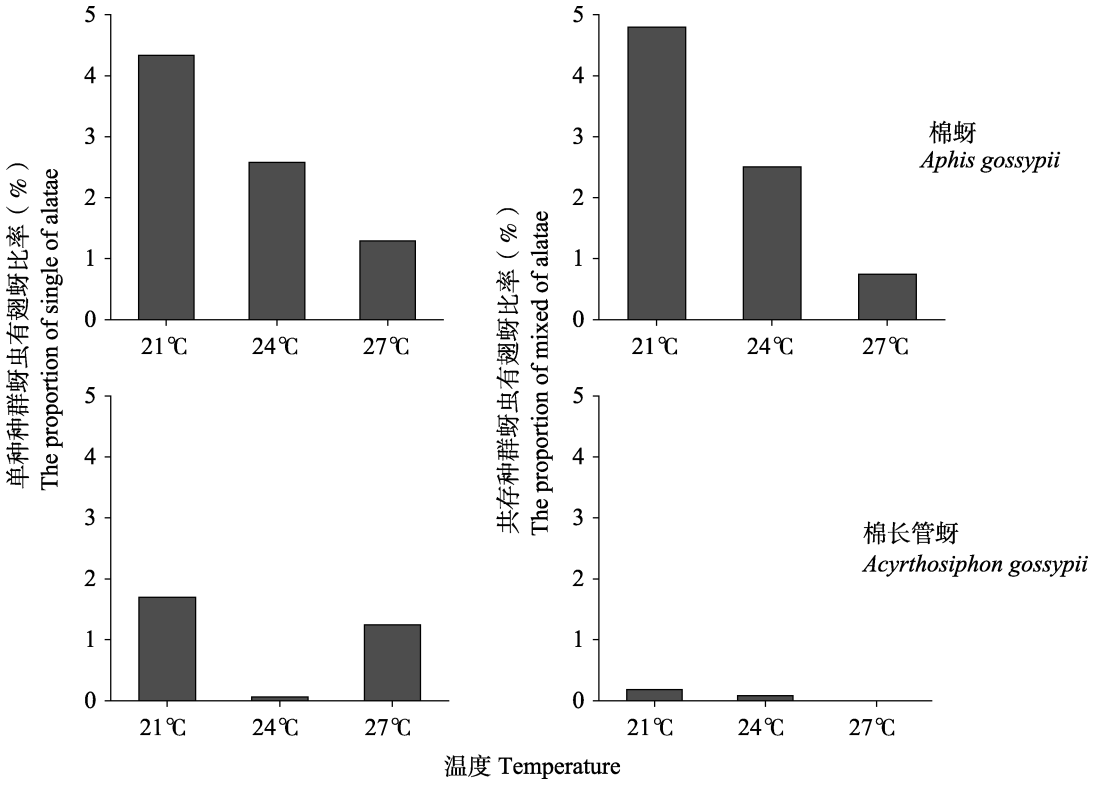

图 5　21、24 和 27℃条件下单种种群和共存种群中棉蚜和棉长管蚜有翅蚜所占的比率

Fig. 5　The proportion of single and mixed of alatae of *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* at 21, 24 and 27℃

长管蚜种群的 r_m 与共存后的 r_m 并没有差异，表明棉蚜的进入并不是导致棉长管蚜消退的最主要因素，温度及食物的适应性应该起更重要作用。

3.2 温度和蚜虫共存对棉蚜、棉长管蚜在棉花上分布特点的作用

自然棉田棉蚜都聚集于棉株幼嫩部位，活动性弱，而棉长管蚜活动性强，叶片和茎秆都常见。本实验条件下可知棉蚜种群 97%以上在叶片活动，而棉长管蚜随温度升高在叶片上个体的比例为 55%～75%；同一温度条件下，两种蚜虫共存对另一种在棉花叶片和茎秆上的分布没有明显影响。

棉蚜和棉长管蚜主要分布于棉花中上部。随着温度的升高，单种棉蚜没有明显变化，而共存种群中棉蚜向棉株下部移动的比例增加，无论单种和共存种群棉长管蚜趋向于向棉株上部移动。同一温度条件下，两种蚜虫共存对棉蚜上下分布没有明显影响，21℃和 27℃对棉长管蚜也没有显著影响，但 24℃时棉蚜的存在可使棉长管蚜在下部的比例明显增加。可见温度对棉蚜在竞争活动空间上的影响不明显，而对棉长管蚜的上下位置的选择有一定作用。

温度对单种和共存棉长管蚜种群中有翅蚜的形成没有明显的影响。但对单种和共存棉蚜种群中有翅蚜的形成有极显著的影响。本实验设置的 21℃种群量值明显高于同期其他温度，种群快速增长引起的种内竞争明显加速有翅蚜的形成。相关研究表明，适温范围内 21℃利于棉蚜有翅蚜的产生（王佩玲等，2014），本试验结论也表明适温范围内随着温度的降低，越有利于棉蚜种群中有翅蚜的形成。

本实验只研究了 21～27℃棉蚜和棉长管蚜同时接种棉花之间的竞争，并在无天敌条件下进行。早春气候温度相对偏低，此时棉田周边杂草上的多种蚜虫存在及先侵入棉田的棉黑蚜、棉长管蚜等可以培养大量瓢虫、草蛉、蚜茧蜂、食蚜蝇、蝽和蜘蛛类等天敌（陆承志等，2005），不同天敌种类共同存在时，会对不同种蚜虫进行选择性取食；因此，在棉苗上先后接种棉长管蚜、棉蚜，当棉长管蚜占据一定寄主空间时，棉长管蚜种群的存在是否对棉蚜种群存活和繁殖有影响、低温度条件下棉蚜和棉长管蚜种间的竞争、天敌对两种蚜虫的竞争的影响都有待继续进一步研究。

致谢：感谢中国科学院阜康荒漠生态系统观测试验站提供实验条件的支持。

参考文献 (References)

Denno RF, Roderick GK, 1992. Density-related dispersal in planthoppers: effects of interspecific crowding. *Ecology*, 73(4): 1323–1334.

Gianoli E, 2000. Competetion in cereal aphids (Homoptera: Aphididae) on wheat plants. *Population Ecology*, 29(2): 213–219.

Gao GZ, Lv ZZ, Sun P, Xia DP, 2012. Effects of high temperature on the mortality and fecundity of two co-existing cotton aphid species *Aphis gossypii* Glover and *Acyrthosiphon gossypii* Mordvilko. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 23(2): 506–510. [高桂珍, 吕昭智, 孙平, 夏德萍, 2012. 高温对共存种棉蚜与棉长管蚜死亡及繁殖的影响. 应用生态学报, 23(2): 506–510.]

Gao GZ, Perkins LE, Zalucki MP, Lu ZZ, Ma JH, 2013. Effect of temperature on the biology of *Acyrthosiphon gossypii* Mordvilko (Homoptera: Aphididae) on cotton. *Journal of Pest Science*, 86(2): 167–172.

Lawton JH, Strong DR, 1981. Competitive patterns and competition in folivorous insects. *American Naturalist*, 118(3): 317–338.

Li HB, Wu KM, Xu Y, Yang XR, Yao J, Sun SR, Li XY, Jiang HY, 2008. Dynamic analysis of population of cotton aphids in the south of Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 45(4): 670–675. [李号宾, 吴孔明, 徐遥, 杨秀荣, 姚举, 孙世龙, 李祥烨, 姜海芸, 2008. 南疆地区棉田蚜虫种群数量动态研究. 新疆农业科学, 45(4): 670–675.]

Lu CZ, Zhu CJ, Ma LR, 2005. The discussion of ecology prevention about *Aphis gossypii* in the south of Xinjiang. *China Cotton*, 32(10): 4–6. [陆承志, 朱春江, 马丽荣, 2005. 试论南疆棉蚜生态防治. 中国棉花, 32(10): 4–6.]

Liu J, Wu KM, Zhao KJ, Guo YY, 2003. The ecological adaptability of *Aphis gossypii* collected from different climate zones to

temperature and photoperiod. *Acta Ecological Sinica*, 23(5): 863–869. [刘健, 吴孔明, 赵奎军, 郭予元, 2003. 不同地理种群棉蚜对温度和光周期的生态适应性. 生态学报, 23(5): 863–869.]

Liu T, Sun JJ, 1998. Interspecies competition between *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval. *Plant Protection*, 24(4): 6–9. [刘涛, 孙军杰, 1998. 二斑叶螨与朱砂叶螨种间竞争的研究. 植物保护, 24(4): 6–9.]

Li Y, Cheng LS, 2011. Interspecies competition between *Tetraychus urticae* Koch and *T. cinnabarinus* Boisduval fed with cotton. *Journal of Tropical Organisms*, 2(3): 214–218. [李亚, 程立生, 2011. 二斑叶螨与朱砂叶螨在棉花上的种间竞争力. 热带生物学报, 2(3): 214–218.]

Lv ZZ, Tian CY, Song YD, 2002. The research of the relation about *Aphis gossypii* and *Acyrthosiphon gossypii* in Xinjiang. *China Cotton*, 29(3): 11–12. [吕昭智, 田长彦, 宋郁东, 2002. 新疆棉区棉蚜和棉长管蚜关系的研究. 中国棉花, 29(3): 11–12.]

Miao W, Lv ZZ, Yu JN, Su YL, 2008. Effect of temperature on development and fecundity of cotton aphid (*Aphis gossypii*). *Xinjiang Agricultural Sciences*, 45(6): 1130–1135. [苗伟, 吕昭智, 于江南, 苏延乐, 2008. 温度对棉蚜发育与繁殖力的影响. 新疆农业科学, 45(6):1130–1135.]

Wang PL, Zhang J, Gao GZ, Li GY, Lv ZZ, 2014. The effects of multifactor on the alate development in *Aphis gossypii. Plant Protection*, 40(4): 21–25. [王佩玲, 张金, 高桂珍, 李国英, 吕昭智. 2014. 多因子对棉蚜有翅蚜形成的影响. 植物保护, 40(4): 21–25.]

Zhu HF, Zhang GX, 1995. Simple introduction of *Aphis gossypii* Glover. *Chinese Bulletin of Entomology*, (1)41–44. [朱弘复, 张广学, 1955. 关于棉蚜的简单介绍. 昆虫知识, (1): 41–44.]

****

封面介绍

枸杞木虱 *Poratrioza sinica* Yang *et* Li 卵

枸杞木虱隶属于半翅目 Hemiptera 木虱科 Psyllidae，是危害枸杞的重要害虫，以成虫、若虫刺吸叶片组织，吸食汁液导致致叶片枯黄、树势衰弱、果实发育不良、品质下降。枸杞木虱的卵长椭圆形，橙黄色，以丝状细柄固着在叶上，与草蛉卵相似，但柄较短。卵密布叶，严重时候橙黄色的卵如一层黄粉覆盖叶片。枸杞木虱以成虫在土缝、落叶及树皮缝内越冬。早春成虫出蛰后在拘杞枝叶上刺吸取食、交尾、产卵。每年发生 3~4 代，世代重叠严重。该虫在我国的宁夏、甘肃、内蒙古、新疆、陕西等省区均有分布，是许多地区枸杞的主要害虫。

（张润志　中国科学院动物研究所）