

## 种内密度效应对豌豆蚜种群增长的影响

杜军利<sup>1,2</sup>, 武德功<sup>1</sup>, 舒英杰<sup>1</sup>, 刘长仲<sup>2\*</sup>

(1. 安徽科技学院农学院, 安徽凤阳 233100; 2. 甘肃农业大学植物保护学院, 甘肃兰州 730070)

**摘要** [目的]明确红色型和绿色型豌豆蚜(*Acyrtosiphon pisum*)的种群数量变化机制,探索2种色型豌豆蚜的种内密度效应对其种群增长的影响。[方法]在温室内设置不同的密度梯度,单种色型豌豆蚜密度设置为8、16、24、32头/株,2种色型共存时红色型和绿色型密度分别设置为4:4、8:8、16:16头/株。[结果]单种色型豌豆蚜从密度8头/株增至32头/株时,随着密度的升高,2种色型豌豆蚜的产蚜期和寿命显著缩短,产蚜量显著降低,说明2种色型豌豆蚜种群密度效应均存在一定的负效应。在总密度为8和16头/株时,2种色型豌豆蚜混合饲养的产蚜期、寿命与单种色型饲养相比无显著差异;在单种色型饲养的密度与混合饲养的同一色型密度相同时,由于混合饲养的总密度高于单种色型饲养,混合饲养的产蚜期、寿命显著短于单种色型饲养,产蚜量显著低于单种色型饲养;在密度为32头/株时,单种群饲养的产蚜期、寿命、单头产蚜量与混合饲养时无显著差异。在单种色型饲养条件下,同一密度下(16头/株除外)红色型豌豆蚜的发育历期显著长于绿色型豌豆蚜,在相同密度条件下,红色型豌豆蚜的产蚜期、寿命、产蚜量与绿色型豌豆蚜相比无显著差异;混合饲养中,在同一密度条件下,红色型豌豆蚜的产蚜期、寿命、产蚜量与绿色型豌豆蚜相比无显著差异。[结论]红色型豌豆蚜在该环境条件下的竞争力与绿色型豌豆蚜相当,红色型豌豆蚜与绿色型豌豆蚜共存对环境表现了一定的适生性。

**关键词** 豌豆蚜;色型;种内密度效应;种群**中图分类号** S435.24 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)12-0144-05**Influence of Intra-specific Density on Population Growth of Pea Aphid (*Acyrtosiphon pisum*)**DU Jun-li<sup>1,2</sup>, WU De-gong<sup>1</sup>, SHU Ying-jie<sup>1</sup>, LIU Chang-zhong<sup>2\*</sup> (1. College of Agriculture, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100; 2. College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract** [Objective] In order to define the mechanism of populations change of red and green color morph of pea aphids (*Acyrtosiphon pisum*), explored the influence of population growth of pea aphids by effect of intra-specific density. [Method] The intra-specific relationship of red color morph and green color morph pea aphid on broad bean were studied under the conditions of greenhouse, and the density of single color morph were set to 8, 16, 24 and 32 pea aphids per plant; the density of mixed color morph were set to 4:4, 8:8, 16:16 pea aphids per plant. [Result] The single color morph pea aphid of the density of 8, 16, 24 and 32 pea aphids per plant are reared, the reproductive periods and longevity and progeny per aphid of two color morph of pea aphid were decreased with the increasing density. Therefore, indicated that negative density-dependent effects were observed in this two color morph when they reached a certain density. For two color morph of pea aphid, the total density of 8 and 16 pea aphid per plant, when the total density are same, the reproductive periods and longevity and progeny of which the red and green color morph reared together have no significant difference than the single color morph reared, the density of single color morph reared were same with the single color morph of mixed reared, because the total density of mixed reared were more higher than single reared, so the the reproductive periods and longevity and progeny of mixed reared were lower than single color morph reared. the total density of 32 pea aphid per plant, the reproductive periods and longevity and progeny of the single color morph reared had no significant difference than mixed reared. Compared the biological parameters of two color morph pea aphid single were reared in the same density, the development duration of red color morph were obviously longer than the green color morph in every density only the density of 16 pea aphid per plant. At the same density, the reproductive periods and longevity and progeny of red color morph had no significant difference than the green color morph. Compared the biological parameters of mixed reared two color morph pea aphid in same density, the reproductive periods and longevity and progeny of red color morph had no significant difference than the green color morph. [Conclusion] The ability of competition of red color morph of pea aphid has significant difference than the green morph in environment conditions, red color morph performed certain adaptability at this environment, because red color morph and green color morph coexistent on same environment.

**Key words** Pea aphid; Color morph; Effect of intra-specific density; Population

豌豆蚜(*Acyrtosiphon pisum* Harris)是苜蓿(*Medicago sativa*)上的主要害虫,常聚集于幼叶、嫩茎、花序上吸食汁液,致使受害苗长势减弱,有时变褐,皱缩以致生长停滞,部分不结实,发生严重时,全田植株变褐,部分花前死亡,豌豆蚜还能传播苜蓿花叶病毒、豌豆耳突花叶病毒等25种病毒。在生物界种内多型现象是一种普遍的现象,颜色多型属于种内

多型现象<sup>[1-2]</sup>。He等<sup>[3]</sup>、杜军利等<sup>[4]</sup>研究报道豌豆蚜分为红、绿2种色型,绿色型在我国的历史悠久,全国各地均有分布,其种群数量一直处于苜蓿田间的优势种群,红色型种群数量一般低于绿色型,但是在近几年红色型豌豆蚜种群数量呈不断上升趋势,种群数量接近于绿色型。昆虫种群动态不仅受温度、光照、湿度等环境因子的影响<sup>[5-7]</sup>,而且受昆虫自身及其他昆虫等生物因子的影响<sup>[8-9]</sup>;昆虫的种群数量的变化受其种内密度的影响非常大,昆虫的种内密度效应可明显地影响种群的增长、产蚜量、存活率、蚜虫的寿命等<sup>[10-12]</sup>。胡玲玲等<sup>[13-14]</sup>研究了桃蚜(*Myzus persicae*)和萝卜蚜(*Lipaphis erysimi*)的种内密度效应;孟玲等<sup>[15]</sup>研究了棉蚜(*Aphis gossypii*)种内密度对其种群数量的影响。周昌清等<sup>[16]</sup>明确了种内密度对瓜实蝇(*Bactrocera cucurbitae*)和南瓜实蝇(*B. tau*)的生长、发育及存活的影响。由于在田间红色型和绿色型豌豆蚜共存于苜蓿植株上,不同色型豌豆蚜种群之间可能

**基金项目** 国家自然科学基金项目(31660522);校引进人才项目(ZRC2014399);安徽省教育厅重点项目(KJ2016A825);横向课题项目“凤糯2062配套栽培技术集成及不同玉米品种抗蚜性研究”(安徽皖垦种业股份有限公司);安徽科技学院植物保护重点学科经费(AKZDXK2015C04);安徽省省级质量工程项目植物保护特色专业专项(2015tszy022)。

**作者简介** 杜军利(1983—),女,河北邯郸人,讲师,博士,从事农业昆虫与害虫防治研究。\*通讯作者,从事农业昆虫与害虫防治研究。

**收稿日期** 2017-04-12

存在对食物资源的竞争,竞争力强的种群对环境表现适生性,其种群增长速度相对较快,而竞争力弱的种群增长速度较慢。笔者通过设置不同的密度,研究了种内密度效应对2种色型豌豆蚜种群动态变化的影响,以期阐明近几年田间红色型和绿色型豌豆蚜种群动态变化的机制,为田间豌豆蚜的预测预报及防治工作提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 红色型和绿色型豌豆蚜采自甘肃农业大学草业学院苜蓿试验基地,2种色型豌豆蚜饲养在装有空调的人工气候室,供试植株为蚕豆(*Vicia faba* L.)苗(临蚕2),温度设置为 $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,相对湿度保持在 $60\% \pm 10\%$ ,光暗时间为16:8 h,将12 h以内的初产若蚜作为供试虫源。

## 1.2 方法

**1.2.1 蚕豆植株的前处理。**供试植株是高10 cm的蚕豆植株(临蚕2),将蚕豆催芽后种入直径9 cm的营养钵中,直至蚕豆植株长至10 cm高时用于试验。并在植株根部套上1张折叠成漏斗状的滤纸(将直径10 cm滤纸对折2次,在滤纸中间剪1个蚕豆植株茎粗细的孔),然后将滤纸套在植株上,并将滤纸开口处用胶带粘上,另外在植株盆下垫1张白纸,该滤纸和白纸均用于接住蚜虫掉落的皮,方便准确记录豌豆蚜蜕皮数,当植株长至6片叶时,将植株顶梢掐掉,固定蚜虫的食物量。

**1.2.2 单种色型豌豆蚜的密度效应考察。**将红色型和绿色型豌豆蚜分别按3、5、8、12、16头/株密度接至蚕豆植株上,12 h后用毛笔剔除所有成蚜和多余若蚜,使若蚜密度梯度为每株8、16、24、32头,蚕豆植株长至6叶期将顶梢掐掉,每个处理重复6次。若蚜期每12 h观察一次,待若蚜发育至成蚜后24 h观察一次,温度设置为 $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,相对湿度保持在 $60\% \pm 10\%$ ,光暗时间为16:8 h,分别记载产蚜时间、产蚜历期、产蚜量和寿命等,并将所产若蚜用毛笔剔除,直至成蚜全部死亡为止。

**1.2.3 2种色型豌豆蚜种群间的竞争考察。**将红色型和绿色型豌豆蚜成蚜各2、3、5、8头同时接到每株蚕豆苗上,12 h后用毛笔剔除所用成蚜和多余若蚜,将2种色型若蚜按每株

4、8、16头的同等密度混合定植在蚕豆植株上(高10 cm),蚕豆植株长至6叶期将顶梢掐掉,每个处理重复6次。每12 h观察一次,温度设置为 $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,相对湿度保持在 $60\% \pm 10\%$ ,光照时间为16:8 h,分别记载产蚜时间、产蚜历期、产蚜量和寿命等,并将所产若蚜用毛笔剔除,直至成蚜全部死亡为止。

**1.3 数据统计** 利用Excel 2003和SPSS 17.0统计软件对所得结果分别进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 单种色型豌豆蚜的密度效应** 由表1可知,在密度为8、16、24、32头/株时,红色型豌豆蚜的发育历期之间表现出显著差异,随着密度升高发育历期延长,但是在32头/株密度时发育历期最短;在上述4个密度下,红色型豌豆蚜的产蚜期之间均存在显著差异,其中密度为8头/株时产蚜期最长,在密度为32头/株时产蚜期最短;在上述密度下,红色型豌豆蚜的寿命之间均存在显著差异,在密度为8头/株时寿命最长,在密度为32头/株时寿命最短;同时,单头总产蚜量在各密度条件下存在显著差异,在密度为8头/株时单头产蚜量最高,在密度为32头/株的单头总产蚜量最低;然而,各密度之间的存活率无显著差异,但密度为32头/株时的存活率显著低于密度为8、16、24头/株时。

由表2可知,绿色型豌豆蚜与红色型有相似的变化趋势;在密度为8、16、24头/株时,随着密度的增长发育历期延长,而在密度为32头/株时发育历期最短;密度为8、16、24、32头/株时绿色型豌豆蚜的产蚜期之间均存在显著差异,其中密度为8头/株时产蚜期最长,在密度为32头/株时产蚜期最短;在上述4个密度条件下的绿色型豌豆蚜的寿命之间均存在显著差异,在密度为8头/株时寿命最长,在密度为32头/株时寿命最短;同时,单头总产蚜量之间也存在显著差异,在密度为8头/株时单头产蚜量最高,在密度为32头/株时单头产蚜量最低;虽然密度为8、16、24头/株时存活率之间无显著差异,但密度为8、16、24头/株时存活率显著高于密度为32头/株时。

表1 红色型豌豆蚜的密度效应

Table 1 The effects of density of red color morph of pea aphid

初始密度 Initial densities 头/株	发育历期 Developmental duration//d	产蚜期 Reproductive periods//d	寿命 Longevity d	单头总产蚜量 Progeny per aphid//头	存活率 Survival %
8	6.68 ± 0.05 b	11.52 ± 0.21 a	20.70 ± 0.08 a	61.68 ± 0.47 a	93.75 ± 3.61 a
16	7.01 ± 0.06 a	8.44 ± 0.23 b	17.93 ± 0.30 b	55.12 ± 1.43 b	90.63 ± 3.13 a
24	7.04 ± 0.07 a	7.33 ± 0.27 c	15.97 ± 0.31 c	43.93 ± 1.38 c	90.62 ± 2.62 a
32	6.22 ± 0.03 c	4.42 ± 0.53 d	14.08 ± 0.79 d	34.32 ± 1.29 d	71.09 ± 2.96 b

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著

Note: Different small letters showed significant difference among treatments at 0.05 level

## 2.2 2种色型豌豆蚜种群间的竞争机制

**2.2.1 2种色型豌豆蚜种群间竞争对红色型豌豆蚜种群生命参数的影响。**由表3可知,红色型单种群豌豆蚜(RMP8)的发育历期较混合种群(4:4)的平均值和混合种群(8:8)中

红色型的发育历期显著延长,而混合种群(4:4)的平均值和混合种群(8:8)中红色型的发育历期之间无显著差异。红色型单种群豌豆蚜(RMP8)、混合种群(4:4)平均的产蚜期和寿命显著长于混合种群(8:8)中的红色型,红色型单种群豌豆

蚜(RMP8)的产蚜期和寿命与混合种群(4:4)的平均值相比无显著差异,而混合种群(8:8)中红色型的产蚜期和寿命最短。红色型单种群豌豆蚜(RMP8)、混合种群(4:4)的平均值的单头产蚜量显著高于混合种群(8:8)中的红色型,其中混合种群(4:4)的单头产蚜量最高,而混合种群(8:8)中红色型

的单头产蚜量最低,红色型单种群豌豆蚜(RMP8)的单头产蚜量与混合种群(4:4)的平均值相比无显著差异;红色型单种群豌豆蚜(RMP8)和混合种群(4:4)平均值存活率显著长于混合种群(8:8)中红色型,而RMP8的存活率与混合种群(4:4)的平均值相比无显著差异。

表2 绿色型豌豆蚜的密度效应

Table 2 The effects of density of green color morph of pea aphid

初始密度 Initial densities 头/株	发育历期 Developmental duration//d	产蚜期 Reproductive periods//d	寿命 Longevity d	单头总产蚜量 Progeny per aphid//头	存活率 Survival %
8	6.22 ± 0.02 b	10.76 ± 0.15 a	20.87 ± 0.18 a	64.99 ± 2.01 a	87.50 ± 5.10 a
16	6.89 ± 0.11 a	8.86 ± 0.08 b	18.53 ± 0.20 b	55.96 ± 1.82 b	76.56 ± 1.56 ab
24	6.73 ± 0.08 a	6.72 ± 0.18 c	15.15 ± 0.07 c	48.34 ± 3.01 c	79.17 ± 4.17 ab
32	5.83 ± 0.05 c	4.43 ± 0.21 d	13.99 ± 0.12 d	38.99 ± 1.52 d	71.87 ± 1.27 b

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著

Note: Different small letters showed significant difference among treatments at 0.05 level

在密度为16头/株时,红色型单种群豌豆蚜(RMP16)的发育历期较混合种群(8:8)平均值和混合种群(16:16)中红色型的发育历期显著延长,而混合种群(8:8)平均发育历期显著短于混合种群(16:16)中红色型。红色型单种群豌豆蚜(RMP16)、混合种群(8:8)的平均值的产蚜期和寿命显著长于混合种群(16:16)中的红色型,红色型单种群豌豆蚜(RMP16)的产蚜期和寿命与混合种群(8:8)的平均值相比无显著差异,其中混合种群(8:8)的平均产蚜期和寿命最长,而

混合种群(16:16)中红色型的产蚜期和寿命最短。红色型单种群豌豆蚜(RMP16)、混合种群(8:8)的平均值、混合种群(16:16)中的红色型的单头总产蚜量之间存在显著差异,其中红色型单种群豌豆蚜(RMP16)的单头产蚜量最高,而混合种群(16:16)中红色型的单头产蚜量最低;RMP16的存活率最高,显著高于混合种群(16:16)中的红色型,混合种群(8:8)的平均值的存活率与RMP16和混合种群(16:16)中的红色型相比无显著差异。

表3 2种色型豌豆蚜种群间竞争对红色型豌豆蚜种群生命参数的影响

Table 3 The effects of inter specific interaction of the two color morph on life parameters of red morph of pea aphid

总密度 Total density 头/株	初始密度 Initial density 头/株	发育历期 Developmental duration//d	产蚜期 Reproductive periods//d	寿命 Longevity d	单头总产蚜量 Progeny per aphid//头	存活率 Survival %
8	RMP8	6.68 ± 0.05 a	11.52 ± 0.21 a	20.70 ± 0.08 a	61.68 ± 0.47 a	93.75 ± 3.61 a
	Average of Mixed (4:4)	6.03 ± 0.06 b	11.96 ± 0.11 a	20.13 ± 0.08 a	64.14 ± 1.96 a	93.75 ± 3.61 a
	RMP of Mixed (8:8)	6.11 ± 0.03 b	9.47 ± 0.43 b	18.34 ± 0.30 b	43.92 ± 3.24 b	78.12 ± 3.13 b
16	RMP16	7.01 ± 0.06 a	8.44 ± 0.23 a	17.94 ± 0.30 a	55.12 ± 1.43 a	90.63 ± 3.13 a
	Average of Mixed (8:8)	6.34 ± 0.11 c	10.19 ± 0.59 a	19.29 ± 0.54 a	49.44 ± 2.01 b	82.81 ± 2.99 ab
	RMP of Mixed (16:16)	6.65 ± 0.05 b	5.44 ± 0.77 b	13.22 ± 1.14 b	33.90 ± 1.28 c	81.25 ± 1.67 b
32	RMP32	6.22 ± 0.03 b	4.42 ± 0.53 a	14.50 ± 0.68 a	34.32 ± 1.29 a	71.09 ± 2.96 a
	RMP of Mixed (16:16)	6.65 ± 0.05 a	5.44 ± 0.77 a	13.22 ± 1.14 a	33.90 ± 1.28 a	82.81 ± 2.99 a
	Average of Mixed (16:16)	6.51 ± 0.08 a	5.80 ± 0.52 a	13.49 ± 0.74 a	34.48 ± 1.52 a	78.13 ± 3.73 a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著

Note: Different small letters showed significant difference among treatments at 0.05 level

在总密度为32头/株时,红色型单种群豌豆蚜(RMP32)的发育历期较混合种群(16:16)中的红色型和混合种群(16:16)的平均值的发育历期显著缩短,混合种群(16:16)中的红色型和混合种群(16:16)的平均值的发育历期之间无显著差异;(RMP32)、混合种群(16:16)中的红色型和混合种群(16:16)的平均值的产蚜期、寿命、单头产蚜量、存活率之间均无显著差异。

2.2.2 2种色型豌豆蚜种群间竞争对绿色型豌豆蚜种群生命参数的影响。由表4可知,在总密度为8头/株时,混合种群(8:8)中的绿色型的发育历期显著长于混合种群(4:4)的平均值,而GMP8和混合种群(8:8)中的绿色型的发育历期之间无显著差异。GMP8、混合种群(4:4)的平均值、混合种

群(8:8)中的绿色型的产蚜期和寿命之间无显著差异;GMP8、混合种群(4:4)的平均值和混合种群(8:8)中的绿色型的单头总产蚜量之间均存在显著差异,其中混合种群(4:4)的平均值的单头总产蚜量最高,而混合种群(8:8)中的绿色型的单头产蚜量最低。GMP8、混合种群(4:4)的平均值和混合种群(8:8)中的绿色型的存活率之间无显著差异。

在总密度为16头/株时,绿色型单种群豌豆蚜(GMP16)的发育历期显著长于混合种群(8:8)的平均值、混合种群(16:16)中的绿色型,混合种群(8:8)的平均值与混合种群(16:16)中的绿色型的发育历期之间无显著差异。GMP16和混合种群(8:8)的平均值的产蚜期、寿命分别显著长于混合种群(16:16)中的绿色型。GMP16和混合种群(8:8)的平均值的

单头总产蚜量显著高于混合种群(16:16)中的绿色型,而 GMP16 和混合种群(8:8)的平均值的单头总产蚜量之间无显著差异;GMP16、混合种群(8:8)的平均值和混合种群(16:16)中的绿色型的存活率之间无显著差异。

在总密度为 32 头/株时,绿色型单种群豌豆蚜(GMP32)

的发育历期显著短于混合种群(16:16)的平均值和混合种群(16:16)中的绿色型,混合种群(16:16)的平均值和混合种群(16:16)中的绿色型的发育历期之间无显著差异;GMP32、混合种群(16:16)的平均值和混合种群(16:16)中的绿色型的产蚜期、寿命、单头产蚜量及存活率之间无显著差异。

表 4 2 种色型豌豆蚜种群间竞争对绿色型豌豆蚜种群生命参数的影响

Table 4 The effects of inter specific interaction of the two color morph on life parameters of green morph of pea aphid

总密度 Total density 头/株	初始密度 Initial density 头/株	发育历期 Developmental duration//d	产蚜期 Reproductive periods//d	寿命 Longevity d	单头总产蚜量 Progeny per aphid//头	存活率 Survival %
8	GMP8	6.22 ± 0.02 ab	10.76 ± 0.15 a	20.87 ± 0.18 a	64.99 ± 2.01 b	87.50 ± 5.10 a
	Average of Mixed (4:4)	6.03 ± 0.06 b	11.97 ± 0.11 a	20.12 ± 0.08 a	64.14 ± 1.96 a	93.75 ± 3.61 a
	GMP of Mixed (8:8)	6.56 ± 0.23 a	10.91 ± 0.46 a	20.23 ± 0.91 a	54.92 ± 3.40 c	84.63 ± 2.87 a
16	GMP16	6.89 ± 0.11 a	8.86 ± 0.08 a	18.53 ± 0.20 a	55.96 ± 1.83 a	76.56 ± 1.56 a
	Average of Mixed (8:8)	6.34 ± 0.11 b	10.19 ± 0.59 a	19.29 ± 0.54 a	49.44 ± 4.01 a	81.25 ± 1.31 a
	GMP of Mixed (16:16)	6.37 ± 0.11 b	6.17 ± 0.76 b	13.76 ± 1.09 b	35.07 ± 6.41 b	73.44 ± 6.44 a
32	GMP32	5.83 ± 0.05 b	4.43 ± 0.21 a	13.99 ± 0.11 a	38.99 ± 1.52 a	71.88 ± 1.28 a
	GMP of Mixed (16:16)	6.37 ± 0.11 a	6.17 ± 0.76 a	13.76 ± 1.09 a	35.07 ± 6.41 a	73.44 ± 6.44 a
	Average of Mixed (16:16)	6.51 ± 0.08 a	5.80 ± 0.52 a	13.49 ± 0.74 a	34.48 ± 1.52 a	78.13 ± 2.43 a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different small letters showed significant difference among treatments at 0.05 level

**2.3 相同密度条件下 2 种色型豌豆蚜生物学参数的比较** 由表 5 可知,红色型和绿色型豌豆蚜单种饲养时,2 种色型豌豆蚜的发育历期均随着密度的增长先延长后缩短,在密度为 8、24、32 头/株时红色型豌豆蚜的发育历期显著长于绿色型豌豆蚜,2 种色型豌豆蚜的产蚜期和寿命随着密度的增长而缩短,在密度为 8、16、24、32 头/株时红色型豌豆蚜的产蚜期、寿命、单头产蚜量与同密度下绿色型豌豆蚜均无显著差异;2 种色型豌豆蚜的存活率随着密度的增长而降低,在密度为 8 和 32 头/株时红色型豌豆蚜的存活率与同密度下

绿色型相比无显著差异,但在密度为 16 和 24 头/株时红色型豌豆的存活率显著高于绿色型豌豆蚜。

红色型豌豆蚜与绿色型混合饲养时,2 种色型豌豆蚜的发育历期随着密度的增长而延长,红色型豌豆蚜的发育历期在密度为 8 头/株时与同密度绿色型豌豆蚜相比显著延长,在密度 4 和 16 头/株时,红色型豌豆蚜的发育历期与同密度绿色型豌豆蚜相比差异不显著;在密度为 4、8、16 头/株时,同一密度红色型豌豆蚜的产蚜期、寿命、单头产蚜量、存活率与同密度下绿色型相比无显著差异。

表 5 相同密度条件下 2 种色型豌豆蚜生物学参数

Table 5 The life parameters between two color morph of pea aphids

总密度 Total density 头/株	初始密度 Initial density 头/株	发育历期 Developmental duration//d	产蚜期 Reproductive periods//d	寿命 Longevity d	单头总产蚜量 Progeny per aphid//头	存活率 Survival %
单种色型饲养	RMP8	6.68 ± 0.01 c	11.52 ± 0.21 a	20.70 ± 0.08 a	61.68 ± 0.47 a	93.75 ± 3.61 a
Single color type breeding	GMP8	6.22 ± 0.02 d	10.76 ± 0.15 a	20.88 ± 0.18 a	64.98 ± 2.01 a	87.50 ± 5.10 ab
	RMP16	7.01 ± 0.06 a	8.44 ± 0.23 b	17.94 ± 0.302 b	55.12 ± 1.43 b	90.63 ± 3.13 a
	GMP16	6.89 ± 0.11 ab	8.86 ± 0.08 b	18.53 ± 0.20 b	55.96 ± 1.38 b	76.56 ± 1.56 c
	RMP24	7.04 ± 0.07 a	7.33 ± 0.27 c	15.97 ± 0.31 c	43.93 ± 3.62 cd	90.63 ± 2.62 a
	GMP24	6.73 ± 0.08 bc	6.72 ± 0.18 c	15.15 ± 0.07 cd	48.34 ± 3.01 c	79.17 ± 4.17 bc
	RMP32	6.22 ± 0.03 d	4.42 ± 0.53 d	14.50 ± 0.68 de	34.32 ± 1.29 e	71.09 ± 2.96 cd
	GMP32	5.83 ± 0.05 e	4.44 ± 0.21 d	13.99 ± 0.12 e	38.99 ± 1.52 de	71.87 ± 1.27 cd
	混合饲养	RMP4	6.13 ± 0.13 bc	11.31 ± 0.37 ab	19.66 ± 0.30 a	63.48 ± 2.91 a
Mixed reared two color morph pea aphid	GMP4	5.94 ± 0.08 c	12.62 ± 0.16 a	20.59 ± 0.16 a	64.81 ± 1.36 a	100 a
	RMP8	6.56 ± 0.23 a	9.47 ± 0.43 b	18.34 ± 0.30 a	51.86 ± 1.77 b	78.13 ± 3.13 b
	GMP8	6.11 ± 0.03 bc	10.91 ± 0.77 ab	20.23 ± 0.91 a	54.96 ± 3.40 ab	84.63 ± 2.87 b
	RMP16	6.65 ± 0.05 a	5.44 ± 0.77 c	13.22 ± 1.14 b	33.90 ± 1.28 c	82.81 ± 2.99 b
	GMP16	6.37 ± 0.11 ab	6.17 ± 0.76 c	13.76 ± 1.09 b	35.07 ± 6.41 c	73.43 ± 6.44 b

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different small letters showed significant difference among treatments at 0.05 level

### 3 结论与讨论

关于种内竞争的研究国内外均有报道<sup>[17-20]</sup>。例如,瓜

实蝇和南瓜实蝇的种内竞争对其各自的生长发育均有明显影响<sup>[6]</sup>;美洲斑潜蝇、南美斑潜蝇和棉蚜的种内高密度明显

地抑制了其种群的增长<sup>[21]</sup>;桃蚜和萝卜蚜的种内种间效应也存在一定负效应<sup>[13]</sup>。该研究从密度8头/株增至32头/株时,2种色型豌豆蚜的产蚜期和寿命显著缩短,产蚜量显著降低,说明单种色型随着密度的增加对豌豆蚜种群增长存在一定的负效应,尤其在密度为32头/株时,2种色型豌豆的产蚜期、寿命均显著短于同色型的密度为8、16、24头/株时,单头产蚜量也显著低于密度为8、16、24头/株时。另外,在密度为8、16、24头/株时,2种色型豌豆蚜的发育历期随密度的升高而延长,当密度增至32头/株时发育历期缩短,且此密度时的发育历期最短,可能是由于豌豆蚜密度过高,供给豌豆蚜生长发育的营养缺乏,致使其发育历期缩短。结果表明,单种色型密度效应对2种色型豌豆蚜均有一定的负面效应,但是田间环境与试验室内有一定的差异,所以2种色型豌豆蚜田间制约效应情况有待于进一步研究。

2种色型豌豆蚜种群间竞争结果表明,密度效应对豌豆蚜的产蚜期、寿命、单头总产蚜量存在明显影响,而色型差异对豌豆蚜的产蚜期、寿命、单头产蚜量的影响不明显。在总密度为8和16头/株时,2种色型豌豆蚜混合饲养的产蚜期、寿命与单种色型饲养相比无显著差异。由此可知,在该试验中,不同色型种群间竞争对2种色型豌豆蚜种群无显著影响,说明种群密度变化不是影响豌豆蚜种群动态变化的主导因子,由于田间环境复杂,影响因子较多,因此2种色型种群变化的主导因素有待于结合田间调查进一步研究,同时可研究温度、光照等环境因子对2种色型种群变化的影响。该试验将2种色型共存时的蚜虫密度设置为32头/株,是由于在室内单株蚕豆植株上豌豆蚜量超过32头时,蚜虫长至成虫后,可能对营养和空间的竞争导致蚜虫出现逃跑行为。田间的单株载蚜量可能远远大于该密度,由于田间的小生态环境可能会加大植株的承受能力,蚜虫的适生能力也较强。该研究结果与多数种间竞争结果基本一致<sup>[22-24]</sup>,胡玲玲等<sup>[13-14]</sup>研究了桃蚜和萝卜蚜的种间竞争,在密度为10、15头/株时,萝卜蚜的寿命和单头产蚜量都极显著低于桃蚜,说明桃蚜竞争作用大于萝卜蚜。该试验研究豌豆蚜的不同色型种群间的竞争,由于红色型和绿色型豌豆蚜属于同一种,在取食方式及生存空间等方面非常相似,因此与胡玲玲等<sup>[13-14]</sup>的研究结果存在差异。在单种色型饲养的密度与混合饲养的同一色型密度相同时,由于混合饲养的总密度高于单种色型饲养的密度,混合饲养的产蚜期、寿命显著短于单种色型饲养,产蚜量显著低于单种色型饲养;在密度为32头/株时,单种群饲养的产蚜期、寿命、单头产蚜量与混合饲养时无显著差异。

相同密度条件下2种色型豌豆蚜生物学特性相比较得知,单种色型饲养时,同一密度条件下(除16头/株)红色型豌豆蚜的发育历期显著长于绿色型豌豆蚜,在相同密度条

件下,红色型豌豆蚜的产蚜期、寿命、产蚜量与绿色型相比无显著差异,混合饲养中,红色型豌豆蚜的产蚜期、寿命、产蚜量与绿色型相比无显著差异,所以红色型豌豆蚜在该环境条件下的竞争力与绿色型相比无显著差异,红色型豌豆蚜与绿色型豌豆蚜长期共存对环境表现出适生性。

## 参考文献

- [1] HANSON C H. Alfalfa Science and Technology[M]. Madison, wis: The American Society of Agronomy, 1972.
- [2] International Aphid Genomics Consortium. Genome Sequence of the Pea Aphid *Acyrtosiphon pisum*[J]. Plos Biol, 2010, 8(2): 1-24.
- [3] HE C G, ZHANG X G. Field evaluation of lucerne (*Medicago sativa* L.) for resistance to aphids in northern China[J]. Australian journal of agricultural research, 2006, 57: 471-475.
- [4] 杜军利, 武德功, 吕宁, 等. 不同温度条件下两种色型豌豆蚜的种群参数[J]. 草业学报, 2015, 24(11): 91-99.
- [5] 武德功. 豌豆蚜地理种群遗传多样性及其种群调控机制研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2011.
- [6] 武德功, 杜军利, 王森山, 等. 4个苜蓿品种对豌豆蚜的抗性评价[J]. 草业科学, 2012, 29(1): 101-104.
- [7] 武德功, 贺春贵, 刘长仲, 等. 不同苜蓿品种对豌豆蚜的生化抗性机制[J]. 草地学报, 2011, 19(3): 497-501.
- [8] 任广伟, 史万华, 张连涛. 山东烟蚜种群动态变异及其两种色型的消长规律研究[J]. 中国农业通报, 2002, 18(4): 65-66.
- [9] 周蕊, 崔晋波, 邓永学, 等. 不同温度下玉米象与谷蠹种内和种间竞争研究[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(4): 637-641.
- [10] 顾耘. 二斑叶螨与山楂叶螨种间竞争的研究[J]. 华东昆虫学报, 1997, 6(1): 71-76.
- [11] ZYTYNSKA S E, PREZIOSI R F. Host preference of plant genotypes is altered by intraspecific competition in a phytophagous insect[J]. Arthropod-plant interactions, 2013, 7(3): 349-357.
- [12] FERRARI J, GODFRAY H C J. The maintenance of intraspecific biodiversity: The interplay of selection on resource use and on natural enemy resistance in the pea aphid[J]. Ecol Res, 2006, 21(1): 9-16.
- [13] 胡玲玲. 桃蚜和萝卜蚜的种内种间效应研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2004.
- [14] 胡玲玲, 刘勇, 徐洪富, 等. 桃蚜、萝卜蚜种内密度和种间竞争效应[J]. 华东昆虫学报, 2006, 13(1): 77-80.
- [15] 孟玲, 李保平. 棉蚜种内竞争对其种群数量的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2000, 23(3): 42-44.
- [16] 周昌清, 梅流柱. 瓜实蝇和南瓜实蝇的种内竞争[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1993, 38(2): 60-64.
- [17] DENNO R E, MCCLURE M S, OIT J R. Inter specific interactions in phytophagous insects: Competition reexamined and resurrected[J]. Annu Rev Entomol, 1995, 40: 297-331.
- [18] LAWRENCE P O. Intraspecific competition among first instars of the parasitic wasp *Biosteres longicaudatus* [J]. Oecologia, 1988, 74(4): 607-611.
- [19] ROOT R. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*) [J]. Ecol Monogr, 1973, 43(1): 95-124.
- [20] SANDSTRÖRM J, TELANG A, MORAN N A. Nutritional enhancement of host plants by aphids: A comparison of three aphid species on grasses [J]. Journal of insect physiology, 2000, 46(1): 33-40.
- [21] 周亦红, 赵志模, 邓新平. 美洲斑潜蝇和南美斑潜蝇同龄幼虫种内竞争的研究[J]. 植物保护, 2000, 26(6): 1-3.
- [22] 刘军和, 贺达汉. 七星瓢虫与异色瓢虫的种间竞争研究[J]. 中国植保导刊, 2008, 28(6): 9-12.
- [23] 王健立, 李洪刚, 马志国, 等. 西花蓟马与烟蓟马在紫甘蓝上的种间竞争[J]. 中国农业科学, 2011, 44(24): 5006-5012.
- [24] 刘金燕, 张桂芬, 万方浩, 等. 烟粉虱种内及种间竞争取代机制[J]. 生物多样性, 2008, 16(3): 214-224.