

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2011.02.001

孟氏隐唇瓢虫对产卵基质的颜色选择行为研究

蒋瑞鑫, 张宇宏, 吴红胜, 庞虹*

(有害生物控制与资源利用国家重点实验室/中山大学昆虫学研究所, 广州 510275)

摘要: 在室内 $26 \pm 2^\circ\text{C}$, $\text{RH} = 50 \pm 10\%$, L:D = 16h:8h 环境下, 使用白色、红色、蓝色、紫色、黑色 5 种棉花作为孟氏隐唇瓢虫 *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant 的产卵基质供其产卵, 研究该瓢虫对产卵基质的颜色偏好性。结果表明连续 10 日内该瓢虫在红色棉花上的产卵次数和总产卵量最多, 产卵次数与总产卵量表现出一定的线性关系。该结果对了解环境条件对孟氏隐唇瓢虫的生长发育、繁殖的影响, 为天敌瓢虫人工扩繁, 卵的收集提供了理论依据。

关键词: 孟氏隐唇瓢虫; 产卵; 颜色偏好性

中图分类号:

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2011) 02-0000-00

The color preference of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) on substrates

JIANG Rui-Xin, ZHANG Yu-Hong, WU Hong-Sheng, PANG Hong* (State Key Laboratory of Biocontrol/Institute of Entomology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The color preference of *Cryptolaemus montrouzieri* on substrates was investigated with providing 5 colors cotton: white, red, blue, purple, black, for oviposition at $26 \pm 2^\circ\text{C}$, $50 \pm 10\%$ RH and a photoperiod of 16 h L: 8 h D. The results suggested that the oviposition times and total number of eggs laid on red color cotton by *C. montrouzieri* in ten days were much more than that on the other color cotton respectively, and the oviposition times and total number of eggs laid on color cottons existed linear relationships. Our findings would be as theoretical basis for eggs collected of the ladybird in mass artificial rearing.

Key words: *Cryptolaemus montrouzieri*; oviposition; color preference

光主要从光强、光性质以及光照周期 3 个方面对昆虫产生影响, 不同的昆虫对光的影响都以相应的生态学的改变而作出响应 (戈峰, 2008)。有研究表明在不同波长的光及光周期中饲养的瓢虫, 其生长发育和生殖均受到不同程度的影响 (王甦等, 2008; Omkar *et al.*, 2005; Omkar and Pathak, 2006)。此外, 瓢虫还具有识别颜色的能力, 通过颜色信息的刺激调整觅食策略 (Mondor and Warren, 2000), 从而大量捕食那些体色与背景色有差别的蚜虫 (Harmon *et al.*, 1998)。

瓢虫产卵行为往往受到猎物斑块质量的影响,

它们通常把卵产于猎物斑块发育的早期 (Dixon, 2000), 而在猎物斑块发育的后期, 由于瓢虫幼虫的出现, 成虫产卵将会受到幼虫踪迹遗留的种间专化的产卵阻碍信息素的抑制 (Merlin *et al.*, 1996a; Doumbia *et al.*, 1998)。此外, 瓢虫会选择在距离地面的一定高度上产卵, 且对产卵基质纹理和颜色表现出偏好性 (Omkar and Geetanjali, 2003)。这些研究主要集中在食蚜瓢虫类群上, 对于食蚧瓢虫而言基本上没有相关研究的报道。

孟氏隐唇瓢虫 *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant 原产于澳大利亚, 是一种重要的粉蚧捕食者, 目

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (30770266); 国家科技部支撑计划项目 (2008BADA5B02)

作者简介: 蒋瑞鑫, 男, 1985 年生, 硕士研究生, 研究方向为农业昆虫与害虫防治。

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: Lssh pang@mail.sysu.edu.cn

收稿日期 Received: 2010-09-27; 接受日期 Accepted: 2011-01-08

前据报道可以捕食 21 种蚧虫, 在印度大田释放用于防治当地果树上的蚧虫, 防治效果高达 90% 以上 (蒋瑞鑫等, 2009), 因此孟氏隐唇瓢虫是种开发前景十分广阔的天敌昆虫。为了能大量繁殖该瓢虫, 不少学者对其人工饲料进行研究 (庞虹等, 1996; Venkatesan *et al.*, 2001), 但是效果都不太理想, 目前在室内仍以生活在南瓜果实上的粉蚧作为食料饲养效果较好, 但是其卵的人工收集比较困难, 因为该瓢虫通常把卵产于猎物的卵鞘中 (李丽英, 1993), 其产卵需要猎物蜡丝的刺激 (Merlin *et al.*, 1996b), 但是作者在试验中发现可以使用脱脂棉作为产卵基质代替猎物卵鞘供其产卵。所以本实验的目的就是通过研究孟氏隐唇瓢虫对产卵基质的颜色偏好, 为其人工扩繁、卵的收集提供依据。

1 材料与方法

1.1 昆虫饲养

孟氏隐唇瓢虫 *C. montrouzieri* 2006 年引种于印度, 在中山大学昆虫园室内以双条拂粉蚧 *Ferrisia virgata* (Cockerell) 和柑橘粉蚧 *Planococcus citri* (Risso) 饲养, 于玻璃铝合金纱网的养虫笼 (45.0 cm × 36.0 cm × 36.0 cm, 铝合金及 120 目塑料纤维纱网制) 中连续饲养 3 年; 双条拂粉蚧 *F. virgata* (Cockerell) 和柑橘粉蚧 *P. citri* (Risso) 于 2006 年引自华南农业大学资环学院实验室, 以南瓜 *Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poiret 果实作为寄主饲养。所有供试昆虫的饲养环境为 $T = 26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\text{RH} = 50 \pm 10\%$, $\text{L:D} = 16:8$ 。

取在养虫笼中刚羽化的孟氏隐唇瓢虫雌雄一一对后放入小塑料培养皿 (6 cm × 1.5 cm) 中饲养, 并从南瓜上刮取充足的柑橘粉蚧 *P. citri* 及其卵鞘供瓢虫取食和产卵, 每 24 h 更换一次食料和卵鞘, 并观察其是否交配。交配后, 每 24 h 收集为其提供产卵的粉蚧卵鞘, 在显微镜下检查产卵量, 取连续 3 d 都产卵, 并且 3 d 的日平均产卵量在 5 粒以上 (包括 5 粒) 的雌虫连同配对的雄虫用于试验。

1.2 制作彩棉

使用红、黑、蓝 3 种墨水, 按墨水与纯净水 1:4 的体积配置 3 种 50 mL 染液, 用透明圆柱形塑料瓶 ($h = 10.5\text{ cm}$, $d = 5.4\text{ cm}$) 封装, 后将脱脂棉置于染液中, 脱脂棉的量以刚好吸收完染液为宜, 接着密封 3 d, 使其染色完全。然后取出脱脂

棉置于大玻璃培养皿 ($d = 12.5$, $h = 2.2\text{ cm}$) 中, 在室内自然风干半年, 以除尽墨水的气味, 后用于试验。紫色的染液以红墨水: 蓝墨水: 纯净水 = 1:1:8 的比例配置 50 mL。其他制作过程同前。

1.3 对产卵基质的颜色偏好

在大塑料培养皿 (9 cm × 1.5 cm) 中选取 5 种颜色 (白色、红色、紫色、蓝色、黑色) 棉球 ($d = 1.5 \sim 2\text{ cm}$) 的放置位点, 这些位点分别由过培养皿圆心的两条垂直的直线与培养皿内壁的交点和圆心组成。5 种颜色的棉球在 5 个位点上随机放置 (如图 1 所示), 所有棉球底部都用双面胶固定, 以避免孟氏隐唇瓢虫在培养皿内爬行而拖拉棉球, 影响试验结果。挑取上述试验中准备的孟氏隐唇瓢虫 *C. montrouzieri* 雌虫和雄虫, 置于小塑料培养皿 (6 cm × 1.5 cm) 中, 提供柑橘粉蚧 *P. citri* 体型大小相似的若虫 10 ~ 12 头让其取食 8 h (取食阶段), 后取出雌雄成虫置于上述载有 5 种颜色棉球的大培养皿中让其产卵 8 h (产卵阶段), 之后取出成虫置于小培养皿中让其休息 8 h, 不提供任何食物和产卵基质 (休息时段), 如此反复, 在室内环境 $T = 26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\text{RH} = 50 \pm 10\%$, $\text{L:D} = 16:8$ 中连续进行 10 d, 孟氏隐唇瓢虫的取食和产卵是在有光的环境中进行, 休息是在黑暗中进行。记录孟氏隐唇瓢虫每天在每个时段 (取食时段、产卵时段、休息时段) 的产卵量, 以及产卵时段内在每种颜色棉球上的产卵次数和产卵量。试验结束后计算 10 d 内孟氏隐唇瓢虫在每个时段内的总产卵量, 以及产卵时段内在每种颜色棉花上的产卵次数、总产卵量, 和每次平均产卵量 (每次平均产卵量 = 每种颜色棉花上的总产卵量/该颜色棉花上产卵次数), 30 个重复。

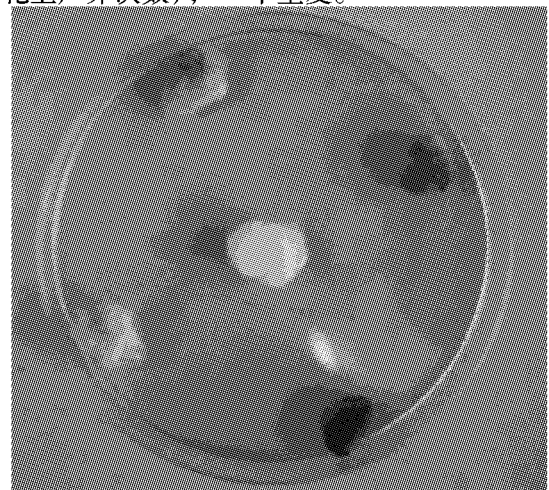


图 1 彩棉在培养皿里的放置位置

Fig. 1 The sites of color cotton in Petri dish

1.4 数据分析

使用统计分析软件 SPSS 17.0 对各观察内容所得观测值进行统计分析, 获得各观察内容的平均值及标准误。然后对连续 10 天内孟氏隐唇瓢虫不同时段内的总产卵量, 以及产卵时段内在每种颜色棉花上的产卵次数、总产卵量, 和每次平均产卵量进行多个样本相关性检验 (k Related Samples), 并对每种颜色棉花上的产卵次数和总产卵量做线性分析。

2 结果与分析

试验中发现, 孟氏隐唇瓢虫在一天 3 个时段内均有产卵, 但不同时段内产卵量差异极显著 (Friedman 检验: $\chi^2 = 47.655$, $df = 2$, $p < 0.01$), 以产卵时段内收集的卵最多, 连续 10 日内在各个时段收集到的卵的平均总量及所占百分比分别为: 取食时段 5.39 粒, 5.25%; 产卵时段 104.57 粒, 92.59%; 2.43 粒, 2.15% (图 2)。

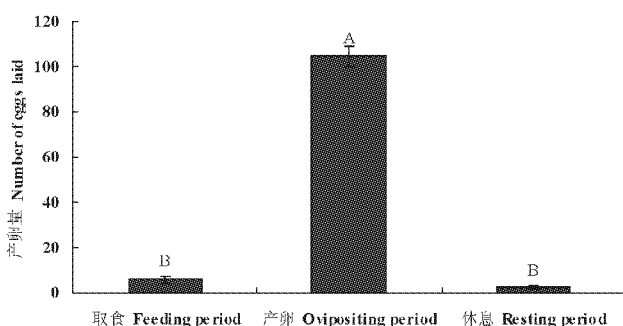


图 2 孟氏隐唇瓢虫在 3 个时段内连续 10 d 的产卵总量
Fig. 2 The total number of eggs laid in ten days by *Cryptolaemus montrouzieri* in three periods

注: 柱顶所标字母不同者, 表示其在 0.01 水平下差异显著。The different letters at the top of columns indicate significant differences at 0.01 level.

孟氏隐唇瓢虫 10 d 内在每种颜色棉花上的产卵次数差异显著 (Friedman 检验: $\chi^2 = 19.584$, $df = 4$, $p < 0.01$), 其在红色棉花上的产卵次数最多, 黑色棉花上的产卵次数最低, 分别为 5.37 次和 3.23 次 (图 3); 此外, 该瓢虫在每种颜色棉花上的总产卵量也差异显著 (Friedman 检验: $\chi^2 = 12.020$, $df = 4$, $p = 0.017 < 0.05$), 以在红色棉花上的总产卵量最高, 为 29 粒; 其它颜色棉花上的总产卵量之间并没有显著差异, 且均未超过 20 粒 (图 4), 每种颜色棉花上的总产卵量和产卵次数间存在着一定的线性关系 (表 1), 而孟氏隐唇瓢虫在每种颜色棉花上的每次平均产卵量也差异显著 (Friedman 检验: $\chi^2 = 11.047$, $df = 4$, $p = 0.026 < 0.05$)。

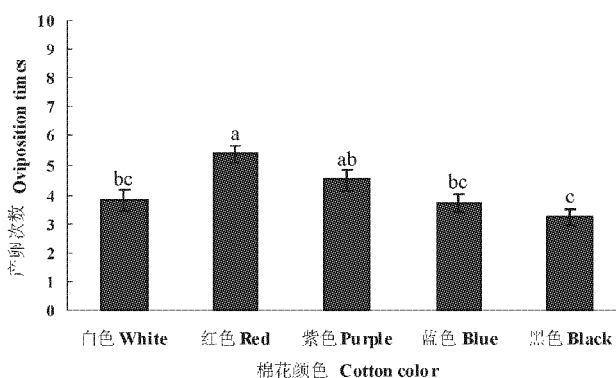


图 3 孟氏隐唇瓢虫 10 d 内在各色棉花上的产卵次数
Fig. 3 The oviposition times of *Cryptolaemus montrouzieri* in different color cottons in ten days

注: 柱顶所标字母不同, 表示其在 0.05 水平下显著差异。The different letters at the top of columns indicate significant differences at 0.05 level.

表 1 不同颜色棉花上产卵次数和总产卵量的回归分析

Table 1 The regression analysis between oviposition times and total number of eggs laid in different color cottons

棉花颜色 Cotton color	回归方程 Regression equations	复相关系数 (R) Multiple correlation coefficient	判定系数 (R ²) Coefficient of determination	检测数量 No. tested
白色 White	$y = 6.307x - 5.342$	0.839	0.704	30
红色 Red	$y = 5.235x + 0.87$	0.685	0.470	30
紫色 Purple	$y = 5.232x - 4.043$	0.776	0.602	30
蓝色 Blue	$y = 5.185x - 0.718$	0.763	0.583	30
黑色 Black	$y = 5.732x + 0.472$	0.866	0.749	30

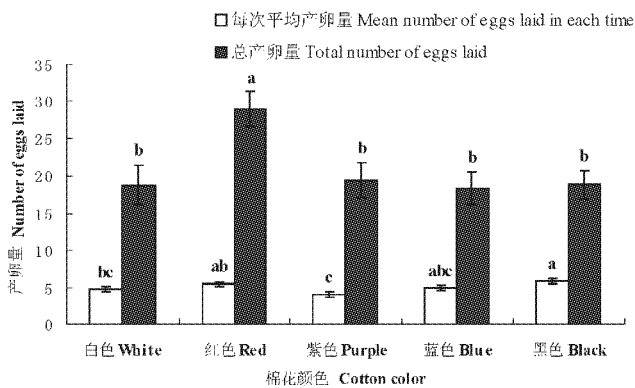


图4 孟氏隐唇瓢虫 10 d 内在各色棉花上的产卵量

Fig. 4 The number of eggs laid of *Cryptolaemus montrouzieri* in different color cottons in ten days

注: 同一色系柱顶所标字母不同, 表示其在 0.05 水平下显著差异。The different letters at the top of columns in same identical style indicate significant differences at 0.05 level.

3 结论与讨论

本实验中, 发现孟氏隐唇瓢虫在 3 个时段内产卵位点不同, 但产卵位点的结构相似: 在取食时段内主要把卵产于粉蚧的腹部与培养皿内壁间的缝隙中; 在产卵时段内把卵全部产于棉丝间的缝隙内; 而在休息时段, 主要把卵产于培养皿皿盖的缝隙中。由此推测孟氏隐唇瓢虫的产卵位点应该具有缝隙的结构, 这与它每次产卵时都要伸出骨化的锥针形产卵器相关 (Merlin *et al.*, 1996b)。该瓢虫在 8 h 的产卵时段内所产的卵占当日产卵量的 90% 以上, 说明产卵时段内提供的产卵基质能很好地满足其产卵的需求, 由此表明可以利用棉花作为产卵基质收集该瓢虫的卵。

试验结果还表明孟氏隐唇瓢虫对红色的产卵基质表现出较强的偏好, 该结果与 Omkar and Geetanjali (2003) 对西南龟瓢虫 *Propylea dissecta* (Mulsant) 的研究相似, 西南龟瓢虫对产卵基质颜色偏好的顺序是红色 > 绿色 > 黄色 > 白色 > 蓝色 > 黑色。此外, 二星瓢虫 *Adalia bipunctata* 的产卵也受到红色产卵基质的强烈吸引 (Iperti and Prudent, 1986)。然而, 并非所有的瓢虫都偏好红色的基质, 七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* 却喜欢黄色和绿色的产卵基质 (Omkar and Srivastava, 2001)。而瓢虫 *Coleomegilla maculata* (DeGeer) 对黄色也表现出较强的趋性 (Udayagiri *et al.*, 1997); 此外, 有些瓢虫对颜色不具有偏好性, 例

如长足瓢虫属 *Hippodamia* 的瓢虫 *Hippodamia parenthesis* (Say) (Maredia *et al.*, 1992) 和锚斑长足瓢虫 *Hippodamia convergens* (Harmon *et al.*, 1998; Capinera and Walmsley, 1978)。瓢虫对颜色的偏好与它们通常生活的栖息地环境和其偏好的猎物及猎物的寄主相关, 它们在斑块生境中除了利用嗅觉信息外, 还通过视觉信息对猎物进行定位 (Obata, 1986; Harmon *et al.*, 1998), 所以孟氏隐唇瓢虫对红色基质的偏好可能与其多年用于饲养它的柑橘粉蚧 (虫体砖红色) 相关。由此推测孟氏隐唇瓢虫把喜欢把卵产于红色的基质中, 是为了幼虫孵化后尽快捕食到猎物而增加初孵幼虫的存活率, 尽可能扩大自身的适合度。

综上所述, 在大量人工饲养孟氏隐唇瓢虫的过程中, 可以使用与其卵的淡黄色有着鲜明对比的红色的棉花收集该瓢虫的卵, 然后释放于大田防治蚧虫, 而降低了因为使用粉蚧卵鞘收集该瓢虫卵给大田引入新害虫的风险。

致谢: 感谢中山大学李加慧博士生为本文文献的收集提供真诚的帮助; 北京市农林科学院王魁博士对本实验的设计提出了宝贵的意见, 在此表示感谢。

参考文献 (References)

- Capinera JL, Walmsley MR, 1978. Visual response of some sugarbeet insects to sticky traps and water pan traps of various colors. *Journal of Economic Entomology*, 71: 926-927.
- Dixon AFG, 2000. *Insect-Prey Dynamics, Ladybird Beetles and Biological Control*. Cambridge University Press. 106.
- Doumbia M, Hemptinne JL, Dixon AFG, 1998. Assessment of patch quality by ladybirds: role of larval tracks. *Oecologia*, 113: 197-202.
- Ge F, 2008. *Principle and Methods of Insect Ecology*. Beijing Higher Education Press. 38. [戈峰, 2008. 昆虫生态学原理与方法. 北京: 高等教育出版社. 38]
- Harmon J, Losey JE, Ives AR, 1998. The role of vision and colour in the close proximity foraging behaviour of four coccinellid species. *Oecologia*, 115: 387-392.
- Iperti G, Prudent P, 1986. Effect of the substrate properties on the choice of oviposition sites by *Adalia bipunctata*. In: Hodek I, ed. *Ecology of Aphidophaga*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 143-149.
- Jiang RX, Li S, Guo ZP, Pang H, 2009. Research status of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant and establishing its description criteria. *Journal of Environmental Entomology*, 31 (3): 238-247. [蒋瑞鑫, 李姝, 郭泽平, 庞虹, 2009. 孟氏隐唇瓢虫研究现状及

- 其种质资源描述规范的建立. 环境昆虫学报, 31 (3): 238 - 247]
- Li LY, 1993. The research and application prospectsof *Cryptolaemus montrouzieri* in China. *Natural Enemies of Insects*, 15 (3): 142 - 152. [李丽英, 1993. 我国孟氏隐唇瓢虫研究与应用展望. 昆虫天敌, 15 (3): 142 - 152]
- Maredia KM, Gage SH, Landis DA, Wirth TM, 1992. Visual response of *Coccinella septempunctata* (L.), *Hippodamia parenthesis* (Say), (Coleoptera: Coccinellidae), and *Chrysoperla carnea* (Stephens), (Neuroptera: Chrysopidae) to colors. *Biological Control*, 2: 253 - 256.
- Merlin J, Lemaitre O, Gregoire JC, 1996b. Oviposition in *Cryptolaemus montrouzieri* stimulated by wax filaments of its prey. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79: 141 - 146.
- Merlin J, Lemaitre O, Gregoire JC. 1996a. Chemical cues produced by conspecific larvae deter oviposition by the coccidophagous ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79: 147 - 151.
- Mondor EB, Warren JL, 2000. Unconditioned and conditioned response to colour in the predatory coccinellid, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Eur. J. Entomol.*, 97: 463 - 467.
- Obata S, 1986. Mechanisms of prey finding in the aphidophagous ladybird beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Entomophaga*, 31: 303 - 311.
- Omkar, Geetanjali M, 2003. Ovipositional orientation of an aphidophagous ladybird beetle, *Propylea dissecta* (Mulsant). *Insect Sci. Appl.*, 23 (3): 211 - 219.
- Omka, Pathak S, 2006. Effects of different photoperiods and wavelengths of light on the life - history traits of an aphidophagous ladybird, *Coelophora saucia* (Mulsant) *J. Appl. Entomol.*, 130 (1): 45 - 50.
- Omkar, Mishra G, Singh K, 2005. Effects of different wavelengths of light on the life attributes of two aphidophagous ladybird (Coleoptera: Coccinellidae). *Eur. J. Entomol.*, 102 (1): 33 - 37.
- Pang H, Tang C, Li LY, 1996. The technology for preservation of *Cryptolaemus montrouzieri* adult with the artificial diet. *Natural Enemies of Insects*, 18 (2): 64 - 66. [庞虹, 汤才, 李丽英, 1996. 孟氏隐唇瓢虫的人工保种技术. 昆虫天敌, 18 (2): 64 - 66]
- Udayagiri S, Mason CE, Pesek Jr JD, 1997. *Coleomegilla maculata*, *Coccinella septempuncta* (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), and *Macrocentrus grandii* (Hymenoptera: Braconidae) trapped on colored sticky traps in corn habitats. *Environmental Entomology*, 26: 983 - 988.
- Venkatesan T, Singh SP, Jalali SK, 2001. Development of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of mealybugs on freeze - dried artificial diet. *Journal of Biological Control*, 15: 139 - 142.
- Wang S, Liu S, Zhang F, Zhang RZ, 2008. Effects of environment color on developmental characteristics and reproduction capability of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Acta Entomologica Sinica*, 51 (12): 1320 - 1326. [王甦, 刘爽, 张帆, 张润志 2008. 环境颜色对异色瓢虫生长发育及繁殖能力的影响. 昆虫学报, 51 (12): 1320 - 1326]