

Научная статья/Research Article

УДК 632.76:595.763.79

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-44-50

Наталья Валериевна Мацишина¹, Марина Владимировна Ермак^{2✉}, Петр Викторович Фисенко³,
Ольга Абдулалиевна Собко⁴

^{1,2,3,4}Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, п. Тимирязевский, Уссурийск, Приморский край, Россия

¹mnathalie134@gmail.com

²ermackmarine@yandex.ru

³phisenko@bk.ru

⁴o.eyvazova@gmail.com

СВЯЗЬ МЕЖДУ ДЕМОГРАФИЕЙ И ПОТРЕБЛЕНИЕМ ПИЩИ У *HENOSEPILOCHNA VIGINTIOCTOMACULATA* MOTCH.

Цель исследования – проанализировать с помощью таблиц дожития данные о демографической структуре популяции картофельной коровки и норме потребления пищевого субстрата. В исследовании использовались 100 яиц картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata*. Учитывались время развития каждой стадии, иматурный период, общий период до яйцекладки, дни яйцекладки и плодовитость самок, а также уровень потребления пищевого субстрата. Полученные данные были описаны с помощью таблиц дожития. Было установлено, что взрослая стадия и продолжительность жизни были значительно длиннее у самцов, чем у самок, и составили $160,12 \pm 2,14$ – $220,81 \pm 2,14$ и $199,09 \pm 1,21$ – $265,18 \pm 1,21$ соответственно. Существенных различий во времени развития других стадий между полами не обнаружено. Максимальная суточная плодовитость одной особи составила 101 яйцо. Максимальная пожизненная плодовитость одной самки составила 3185 яиц, тогда как средняя плодовитость самок (F) составила 1439 яиц. Средняя продолжительность жизни самок была значительно короче, чем у самцов, вследствие чего у взрослых самок уровень потребления листьев был ниже. Так, для взрослых самок и самцов потребление листьев составило 160,15 и 220,52 см² соответственно. Коэффициент трансформации Q_p составил 0,129, что означает, что картофельной коровке требовалось 0,129 см² листьев *S. tuberosum* для производства одного яйца. Коэффициент конечного потребления составил 0,1293 см²/день. Было установлено что диапазон изменчивости роста популяции варьируют от $1,1304 \pm 0,0057$ – $1,1483 \pm 0,0036$, что говорит о низкой степени изменчивости роста популяции картофельной коровки.

Ключевые слова: картофельная коровка, иматурный период, плодовитость, таблицы дожития

Для цитирования: Связь между демографией и потреблением пищи у *Henosepilachna vigintioctomaculata* motch. / Н.В. Мацишина [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4. С. 44–50. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-44-50.

Natalia Valerievna Matsishina¹, Marina Vladimirovna Ermak^{2✉}, Petr Viktorovich Fisenko³,
Olga Abdulalievna Sobko⁴

^{1,2,3,4}Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Far East named after A.K. Chaika, Timiryazevsky village, Ussuriysk, Primorsky Region, Russia

¹mnathalie134@gmail.com

²ermackmarine@yandex.ru

³phisenko@bk.ru

⁴o.eyvazova@gmail.com

RELATION BETWEEN DEMOGRAPHY AND FOOD CONSUMPTION IN *HENOSEPILOCHNA VIGINTIOCTOMACULATA* MOTCH.

The purpose of the study is to analyze data on the demographic structure of the potato ladybug population and the rate of consumption of the food substrate using survival tables. The study used 100 eggs of the *Henosepilachna vigintioctomaculata* potato ladybug. The time of development of each stage, the immature period, the total period before oviposition, the days of oviposition, and the fecundity of females, as well as the level of consumption of the food substrate, were taken into account. The data obtained were described using survival tables. It was found that the adult stage and life expectancy were significantly longer in males than in females and amounted to $160.12 \pm 2.14 - 220.81 \pm 2.14$ and $199.09 \pm 1.21 - 265.18 \pm 1.21$ respectively. There were no significant differences in the time of development of other stages between the sexes. The maximum daily fecundity of one individual was 101 eggs. The maximum lifetime fecundity per female was 3185 eggs, while the average female fecundity (F) was 1439 eggs. The average lifespan of females was significantly shorter than that of males, resulting in lower leaf consumption in adult females. So for adult females and males, leaf consumption was 160.15 and 220.52 cm^2 , respectively. The transformation coefficient Q_p was 0.129, which means that the potato ladybug required 0.129 cm^2 of *S. tuberosum* leaves to produce one egg. The final consumption ratio was $0.1293 \text{ cm}^2/\text{day}$. It was found that the range of variability in population growth varies from $1.1304 \pm 0.0057 - 1.1483 \pm 0.0036$, which indicates a low degree of variability in the growth of the potato ladybug population.

Keywords: potato ladybug, immature period, fecundity, survival tables

For citation: Relation between demography and food consumption in *Henosepilachna vigintioctomaculata* motch. / N.V. Matsishina [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(4): 44–50. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-44-50.

Введение. Современный подход к проблеме понимания процессов, протекающих в популяции, во многом строится на физиологической модели [1]. Биодемография – это развивающаяся субдисциплина классической демографии, которая использует методы составления таблиц дожития, модели смертности и сравнительные методы для решения вопросов, связанных с фундаментальными детерминантами смертности, долголетия, старения и продолжительности жизни [2, 3]. Среда обитания большинства видов животных неоднородна и прерывиста во времени и пространстве. Она состоит из множества биотопов, относительно изолированных единиц среды обитания, включающих пищевые и другие ресурсы. Поэтому было отмечено, что исследования популяций должны проводиться с учетом неоднородности мест обитания в двух измерениях – времени и пространстве [4, 5]. Среди фитофагов рода *Henosepilachna* популяционные исследования были впервые проведены для *H. vigintioctomaculata* [6] и *H. pustulosa* [7] в климатических условиях Японии. Особенности популяции *H. vigintioctomaculata* в условиях Дальнего Востока России до сих пор мало изучены, несмотря на то, что картофельная коровка является основным вредителем полевых культур в Приморском крае.

Цель исследования – проанализировать с помощью таблиц дожития данные о демографической структуре популяции *H. Vigintioctomaculata* и норме потребления пищевого субстрата.

Материалы и методы. В исследовании использовались 100 яиц картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata*, полученные от лабораторной популяции. Условия создания и содержания инсектарной колонии картофельной коровки приведены в наших ранних работах [8]. Учитывались время развития каждой стадии, период до яйцекладки взрослых особей (имматурный), общий период до яйцекладки, дни яйцекладки и плодовитость самок, а также уровень потребления пищевого субстрата. Полученные данные были описаны с помощью таблиц дожития. Таблицы дожития были проанализированы по Chi, Liu [9, 10], параметры популяции рассчитывались по Chi, Su [11]. Внутренняя скорость роста (r) была оценена с помощью формулы Эйлера-Лотки с индексом возраста от 0 [12]. Среднее время генерации определяли как время, необходимое популяции для увеличения в R_0 -раз ($R_0 = e^{rt}$, $T = \ln R_0/r$). Для оценки вариаций и стандартных ошибок параметров популяции использовался метод бутстрепа [13]. Анализ таблицы дожития был упрощен с помощью компьютерной программы TWOSEX-

MSChart [14]. Коэффициент потребления был рассчитан на основе ежедневной нормы потребления всех особей согласно Chi и Yang [15]. Также рассчитывали скорость трансформации (Q_p), кумулятивный коэффициент конверсии (P_x) [16]. Для анализа уровня потребления использовались компьютерные программы CONSUME и TIMING [17, 18].

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента было установлено, что взрослая стадия и продолжительность жизни были значительно длиннее у самцов, чем у самок, и составили

$220,81 \pm 2,14$ – $265,18 \pm 1,21$ и $160,12 \pm 2,14$ – $199,09 \pm 1,21$ соответственно. Существенных различий во времени развития других стадий между полами не обнаружено. Максимальная суточная плодовитость одной особи составила 101 яйцо. Максимальная пожизненная плодовитость одной самки составила 3 185 яиц, тогда как средняя плодовитость самок (F) – 1 439 яиц.

Из-за различий в скорости развития, происходящих между особями, в период развития наблюдается очевидное наложение стадий (рис. 1).

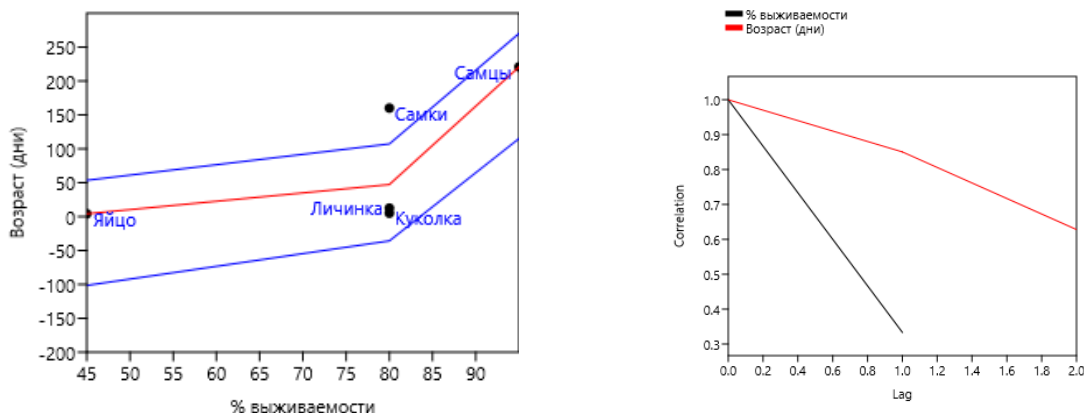


Рис. 1. Возрастно-стадийные коэффициенты выживаемости и возрастной коэффициент выживаемости общей когорты (I_x) *H. vigintioctomaculata*

В целом плодовитость самок до возраста 150 дней была выше, а после – снижалась. Хотя после 150 дней наблюдались пики плодовитости, их вклад в чистую плодовитость был незначительным из-за более низкой выживаемости.

Средняя продолжительность жизни самок была значительно короче, чем у самцов, вследствие чего у взрослых самок уровень потребления листьев был ниже (рис. 2). Так, для взрослых самок и самцов потребление листьев составило 160,15 и 220,52 $см^2$ соответственно.

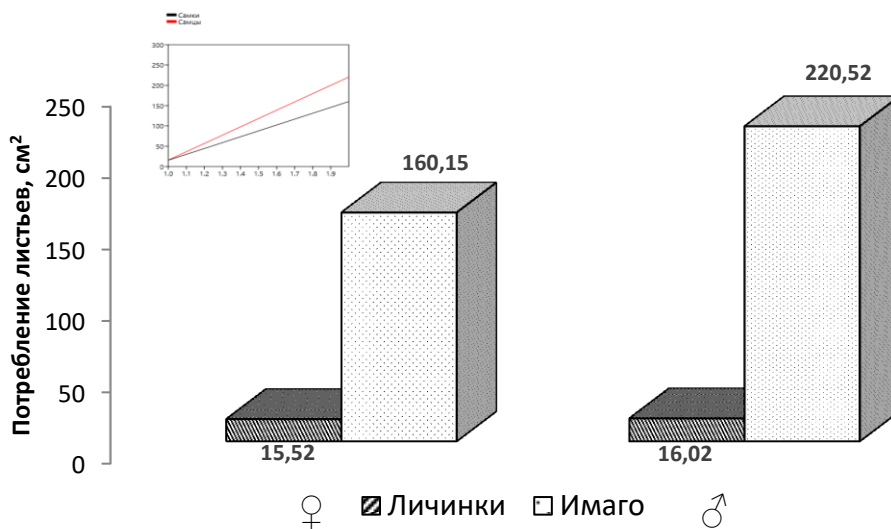


Рис. 2. Потребление листьев (среднее \pm SE) у личинок и имаго картофельной коровки, $см^2$

Внутренняя скорость увеличения (r), конечная скорость увеличения (λ) и среднее время генерации (T) составили $0,1312d^{-1}$; $1,1402 d^{-1}$ и $48,79$ дней соответственно. Чистый репродуктивный коэффициент R_0 составил $603,54$ яйца. Максимум кумулятивного репродуктивного коэффициента, т. е. чистого репродуктивного коэффициента ($R_0 = 603,54$ потомства), достигнут в возрасте 273

дней. Коэффициент трансформации Q_p составил $0,129$, что означает, что картофельной коровке требовалось $0,129 \text{ см}^2$ листьев *S. tuberosum* для производства одного яйца. Коэффициент конечного потребления составил $0,1293 \text{ см}^2/\text{день}$ (табл.).

Таким образом двухполые таблицы дожития точно описывают дифференциацию стадий, что подтверждается и другими работами.

Популяционные параметры (среднее \pm SE) исходной и бутстреп-выборок (2,5 и 97,5 перцентилей) картофельной коровки

Популяционный параметр	Оригинальная выборка	Бутстреп-выборка, основанная на R_0		Бутстреп-выборка, основанная на λ	
		2,5 % R_0	97,5 % R_0	2,5 % λ	97,5 % λ
Имматурная смертность	$0,195\pm 0,041$	$0,251\pm 0,045$	$0,152\pm 0,037$	$0,311\pm 0,048$	$0,184\pm 0,04$
Плодовитость	$1445,20\pm 131,83$	$1181,1\pm 154,5$	$1595,01\pm 120,25$	$1302,9\pm 152,41$	$1667,18\pm 104,33$
Яйцекладка, дни	$68,2\pm 4,9$	$60,1\pm 6,2$	$70,1\pm 4,2$	$59,2\pm 6,4$	$68,5\pm 3,8$
Внутренний темп прироста $r (d^{-1})$	$0,1414\pm 0,0045$	$0,1252\pm 0,0050$	$0,1402\pm 0,0034$	$0,1227\pm 0,0050$	$0,1383\pm 0,0036$
Конечный темп прироста $\lambda (d^{-1})$	$1,1502\pm 0,0040$	$1,1325\pm 0,0056$	$1,1502\pm 0,0039$	$1,1304\pm 0,0057$	$1,1483\pm 0,0036$
Чистый репродуктивный коэффициент R_0	$604,23\pm 91,71$	$429,61\pm 81,30$	$789,61\pm 101,77$	$405,9\pm 78,27$	$806,21\pm 99,64$
Средняя продолжительность генерации $T (d)$	$49,05\pm 0,77$	$49,01\pm 1,09$	$48,77\pm 0,60$	$49,03\pm 1,05$	$48,43\pm 0,57$
Норма чистого потребления S_0 , см^2	$78,12\pm 5,15$	$68,45\pm 5,32$	$8,12\pm 4,77$	$67,49\pm 5,63$	$77,12\pm 5,07$
Скорость трансформации Q_p , $\text{см}^2/\text{яйцо}$	$0,1322\pm 0,0208$	$0,1601\pm 0,0331$	$0,1091\pm 0,0148$	$0,1661\pm 0,0353$	$0,0955\pm 0,0123$
Стабильная норма потребления ψ , см^2	$0,1204\pm 0,0045$	$0,1131\pm 0,0044$	$0,1141\pm 0,0048$	$0,1149\pm 0,0055$	$0,1102\pm 0,0044$
Конечная норма потребления ω , $\text{см}^2/\text{день}$	$0,1324\pm 0,0053$	$0,1380\pm 0,0057$	$0,1311\pm 0,0051$	$0,1303\pm 0,0065$	$0,1263\pm 0,0052$
Статистическая обработка					
Shapiro-Wilk W	0,5187	0,5121	0,5152	0,4924	0,5219
p (normal)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

В исследовании Zhou et al. [19] был рассчитан индекс популяционной тенденции, равный $501,47$ для *H. vigintioctopunctata*. Lewontin [20] показал, что время развития и возраст первого размножения являются важными факторами, влияющими на скорость увеличения популяции. Wang et al. [21], используя двухполую таблицу

дожития с возрастными стадиями, сообщили значения популяционных параметров r , λ , R_0 и T для *H. vigintioctopunctata*, выращенных на *S. nigrum*, как $0,1225 d^{-1}$, $1,1303 d^{-1}$, $299,6$ потомства и $46,56$ дней соответственно. В настоящем исследовании эти значения составили $0,1312 d^{-1}$, $1,1402 d^{-1}$, $603,54$ потомства и $48,79$ дней соот-

ветственно. Более высокие значения, полученные в данном исследовании для этих параметров, являются отражением более высоких показателей плодовитости. Анализируя таблицы продолжительности жизни, представляющие 2,5-й и 97,5-й процентиля, установили, что диапазон изменчивости роста популяции варьирует от $1,1304 \pm 0,0057$ до $1,1483 \pm 0,0036$, что говорит о низкой степени изменчивости роста популяции картофельной коровки.

Заключение. Таким образом, для прогнозирования динамики популяции нами были использованы показатели развития, выживаемости и плодовитости. На основании расчетных характеристик наблюдается прямая корреляция между количеством съеденного корма и произведенным потомством. Нами продемонстрирована важность демографических исследований совместно с изучением уровня потребления пищи для точного анализа и прогнозирования роста популяции. Знания о демографической структуре популяции, продолжительности жизни вредителя, зависимости потребления пищи от стадии онтогенеза имеют большое значение в интегрированной борьбе с вредителем.

Список источников

- Carey J.R. Insect biodemography // Annu. Rev. Entomol. 2001. Vol. 46. P. 79–110.
- Adams J. Convergent Issues in Genetics and Demography. New York: Oxford Univ. Press. 1990. 361 p.
- Keyfitz N. Population and Biology. Liege, Belgium: Ordina. 1984b.
- Rajagopal D., Trivedi T.P. Status, bioecology and management of Epilachna beetle, *Epilachna vigintioctopunctata* (Fab.) (Coleoptera: Coccinellidae) on potato in India: A review // Trop. Pest Manag. 1989. № 35 (4). P. 410–413. DOI: 10.1080/09670878909371418.
- Araujo-Siqueira M., Almeida L.M. Behavior and life cycle of *Epilachna vigintioctopunctata* (Fabricius) (Coleoptera, Coccinellidae) in *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae) // Rev. Bras. Zool. 2004. № 21 (3). P. 543–550. DOI: 10.1590/S0101-81752004000300018.
- Iwao S. Dynamics of numbers of a phytophagous lady-beetle, *Epilachna vigintioctomaculata*, living in patchily distributed habitats. Proc. Adv. Study Inst. Dynamics Numbers Popul. Oosterbeek, 1970. P. 129–147.
- Nakamura K., Ohgushi T. Studies on the population dynamics of a thistle-feeding lady beetle, *Henosepilachna pustulosa* (Kono) in a cool temperate climax forest. I. The estimation of adult population parameters by the marking, release and recapture method // Res. Popul. Ecol. 1979. 20. P. 297–314.
- Пища как фактор плодовитости, продолжительности развития и изменения морфометрических показателей у *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) / Н.В. Мацшина [и др.] // Овощи России. 2021. № 5. С. 81–88. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-5-81-88. EDN ZWRISM.
- Chi H., Liu H. Two new methods for the study of insect population ecology // Bull. Inst. Zool., Academia Sinica. 1985. № 24 (2). P. 225–240.
- Chi H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals // Environ. Entomol. 1988. № 17 (1). P. 26–34. DOI: 10.1093/ee/17.1.26.
- Chi H., Su H.Y. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate // Environ. Entomol. 2006. № 35 (1). P. 10–21. DOI: 10.1603/0046-225X-35.1.10.
- Goodman D. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value // Am. Nat. 1982. № 119 (6). P. 803–823.
- Efron B., Tibshirani R.J. An introduction to the bootstrap. CRC Press, 1994. 456 c.
- Chi H. TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. 2017.
- Chi H., Yang T.C. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus Persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) // Environ. Entomol. 2003. № 32 (2). P. 327–333.
- Yu J.Z., Chi H., Chen B.H. Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) at different temperatures // Biol. Control. 2013. № 64 (1). P. 1–9. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2012.10.002.
- Chi H. CONSUME-MSChart: a computer program for the predation rate analysis based on

- age-stage, two-sex life table. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. 2017.
18. Chi H. TIMING-MSChart: a computer program for the population projection based on age-stage, two-sex life table. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. 2017.
 19. Life table of the laboratory population of *Henosepilachna vigintioctopunctata* at different temperatures / L. Zhou [et al.] // Chinese J. Environ. Entomol. 2014. № 36. P. 494–500.
 20. Lewontin R.C. Selection for colonizing ability // The genetics of colonizing species. San Diego, CA: Academic Press, 1965. P. 77–94.
 21. Demographic comparison of *Henosepilachna vigintioctopunctata* reared on three cultivars of *Solanum melongena* and a wild hostplant *S. nigrum* / Z.L. Wang [et al.] // J. Econ. Entomol. 2017. № 110 (5). P. 2084–2091. DOI: 10.1093/jee/tox207.

References

1. Carey J.R. Insect biodemography // Annu. Rev. Entomol. 2001. Vol. 46. P. 79–110.
2. Adams J. Convergent Issues in Genetics and Demography. New York: Oxford Univ. Press. 1990. 361 p.
3. Keyfitz N. Population and Biology. Liege, Belgium: Ordina. 1984b.
4. Rajagopal D., Trivedi T.P. Status, bioecology and management of Epilachna beetle, *Epilachna vigintioctopunctata* (Fab.) (Coleoptera: Coccinellidae) on potato in India: A review // Trop. Pest Manag. 1989. № 35 (4). P. 410–413. DOI: 10.1080/09670878909371418.
5. Araujo-Siqueira M., Almeida L.M. Behavior and life cycle of *Epilachna vigintioctopunctata* (Fabricius) (Coleoptera, Coccinellidae) in *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae) // Rev. Bras. Zool. 2004. № 21 (3). P. 543–550. DOI: 10.1590/S0101-81752004000300018.
6. Iwao S. Dynamics of numbers of a phytophagous lady-beetle, *Epilachna vigintioctopunctata*, living in patchily distributed habitats. Proc. Adv. Study Inst. Dynamics Numbers Popul. Oosterbeek, 1970. P. 129–147.
7. Nakamura K., Ohgushi T. Studies on the population dynamics of a thistle-feeding lady beetle, *Henosepilachna pustulosa* (Kono) in a cool temperate climax forest. I. The estimation of adult population parameters by the marking, release and recapture method // Res. Popul. Ecol. 1979. 20. P. 297–314.
8. Pischka kak faktor plodovitosti, prodolzhitel'nosti razvitiya i izmeneniya morfometricheskikh pokazatelej u *Henosepilachna vigintioctopunctata* (Motschulsky) / N.V. Macishina [i dr.] // Ovoschi Rossii. 2021. № 5. S. 81-88. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-5-81-88. EDN ZWRISM.
9. Chi H., Liu H. Two new methods for the study of insect population ecology // Bull. Inst. Zool., Academia Sinica. 1985. № 24 (2). P. 225–240.
10. Chi H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals // Environ. Entomol. 1988. № 17 (1). P. 26–34. DOI: 10.1093/ee/17.1.26.
11. Chi H., Su H.Y. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate // Environ. Entomol. 2006. № 35 (1). P. 10–21. DOI: 10.1603/0046-225X-35.1.10.
12. Goodman D. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value // Am. Nat. 1982. № 119 (6). P. 803–823.
13. Efron B., Tibshirani R.J. An introduction to the bootstrap. CRC Press, 1994. 456 c.
14. Chi H. TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. 2017.
15. Chi H., Yang T.C. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus Persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) // Environ. Entomol. 2003. № 32 (2). P. 327–333.
16. Yu J.Z., Chi H., Chen B.H. Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) at different temperatures // Biol. Control. 2013. № 64 (1). P. 1–9. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2012.10.002.
17. Chi H. CONSUME-MSChart: a computer program for the predation rate analysis based on age-stage, two-sex life table. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. 2017.
18. Chi H. TIMING-MSChart: a computer program for the population projection based on age-

- stage, two-sex life table. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. 2017.
19. Life table of the laboratory population of *Henosepilachna vigintioctopunctata* at different temperatures / L. Zhou [et al.] // Chinese J. Environ. Entomol. 2014. № 36. P. 494–500.
20. *Lewontin R.C.* Selection for colonizing ability // The genetics of colonizing species. San Diego, CA: Academic Press, 1965. P. 77–94.
21. Demographic comparison of *Henosepilachna vigintioctopunctata* reared on three cultivars of *Solanum melongena* and a wild hostplant *S. nigrum* / Z.L. Wang [et al.] // J. Econ. Entomol. 2017. № 110 (5). P. 2084–2091. DOI: 10.1093/jee/tox207.

Статья принята к публикации 07.03.2023 / The article accepted for publication 07.03.2023.

Информация об авторах:

Наталья Валериевна Мацишина¹, старший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, кандидат биологических наук

Марина Владимировна Ермак², младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур

Петр Викторович Фисенко³, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, кандидат биологических наук

Ольга Абдулалиевна Собко⁴, научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур

Information about the authors:

Natalia Valerievna Matsishina¹, Senior Researcher, Laboratory of Selection and Genetic Research of Field Crops, Candidate of Biological Sciences

Marina Vladimirovna Ermak², Junior Researcher, Laboratory of Selection and Genetic Research of Field Crops

Petr Viktorovich Fisenko³, Leading Researcher, Laboratory of Selection and Genetic Research of Field Crops, Candidate of Biological Sciences

Olga Abdulalievna Sobko⁴, Researcher, Laboratory of Selection and Genetic Research of Field Crops

