



Check for updates

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-969-978><https://zoobank.org/References/BEB3AF04-0EDC-4639-B60C-FF02846B7553>

УДК 595.763.79:591.1

Фотопериодические реакции популяции коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch. (Coleoptera, Coccinellidae) из Приморского края России

М. В. Ермак, Н. В. Мацишина, О. А. Собко, П. В. Фисенко

ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки, ул. Воложенина, д. 30, 692539,
пос. Тимирязевский, г. Уссурийск, Россия

Сведения об авторах

Ермак Марина Владимировна
E-mail: ermackmarine@yandex.ru
SPIN-код: 1508-8155
Scopus Author ID: 57218616526
ORCID: 0000-0002-3727-8634

Мацишина Наталия Валериевна
E-mail: mnathalie134@gmail.com
SPIN-код: 7734-6656
Scopus Author ID: 57218616526
ORCID: 0000-0002-0165-1716

Собко Ольга Абдулалиевна
E-mail: o.yvazova@gmail.com
SPIN-код: 8082-5318
Scopus Author ID: 57218617568
ResearcherID: H-6434-2017
ORCID: 0000-0002-4383-3390

Фисенко Пётр Викторович
E-mail: phisenko@bk.ru
SPIN-код: 9916-1382
Scopus Author ID: 26532574300
ORCID: 0000-0003-1727-4641

Аннотация. Фотопериодическая реакция организмов имеет приспособительное значение, играет ведущую роль в синхронизации жизненных циклов с годичным ритмом климатических условий, регулирует наступление диапаузы, смену типов размножения, морфологические изменения, цветовой полиморфизм, скорость роста и развития, плодовитость, особенности поведения. В работе было изучено влияние фотопериода на индукцию диапаузы, нажировочное питание и смертность личинок картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata*. Было установлено, что для процесса нажировки и формирования диапаузы наиболее благоприятен фотопериод с длиной дня 12–18 ч. Доля диапаузирующих имаго составила 42.1–62.4%, наблюдалось снижение смертности личинок с 42.1 до 25.4%. Максимальный средний вес имаго составил 0.391 мг при 18 ч. При увеличении фотопериода до 24 ч. доля смертности личинок резко возрастала до 84.2%, а также происходил полный отказ от диапаузы.

Права: © Авторы (2024). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Ключевые слова: картофельная коровка, фотопериод, диапауза, популяция, сезонный цикл

Photoperiodism of the ladybird *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch. (Coleoptera, Coccinellidae) population from Primorsky Krai, Russia

M. V. Ermak, N. V. Matsishina, O. A. Sobko, P. V. Fisenko

Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East A. K. Chaiki, 30 Volozhenina Str., 692539, Timiryazevsky stl., Ussuriysk, Russia

Authors

Marina V. Ermak

E-mail: ermackmarine@yandex.ru

SPIN: 1508-8155

Scopus Author ID: 57218616526

ORCID: 0000-0002-3727-8634

Nataliya V. Matsishina

E-mail: mnathalie134@gmail.com

SPIN: 7734-6656

Scopus Author ID: 57218616526

ORCID: 0000-0002-0165-1716

O'lga A. Sobko

E-mail: o.eyvazova@gmail.com

SPIN: 8082-5318

Scopus Author ID: 57218617568

ResearcherID: H-6434-2017

ORCID: 0000-0002-4383-3390

Petr V. Fisenko

E-mail: phisenko@bk.ru

SPIN: 9916-1382

Scopus Author ID: 26532574300

ORCID: 0000-0003-1727-4641

Abstract. Photoperiodism plays a key role in the adaptation of organisms and the synchronization of their life cycles with seasonal climatic changes. It influences various biological processes, including the onset of diapause, changes in reproductive strategies, morphological changes, color polymorphism, growth rates, fertility, and behavior. This study investigates the effect of photoperiod length on diapause induction, fat accumulation, and larval mortality in *Henosepilachna vigintioctomaculata*. A photoperiod of 12–18 hours was found to be the most favorable for fat accumulation and preparation for diapause, with 42.1–62.4% of adult beetles entering diapause. Larval mortality ranged from 25.4 to 42.1%. The highest average adult beetle weight (0.3931 mg) was observed under an 18-hour photoperiod. However, when the photoperiod length was extended to 24 hours, larval mortality reached 84.2%, and diapause induction was completely inhibited.

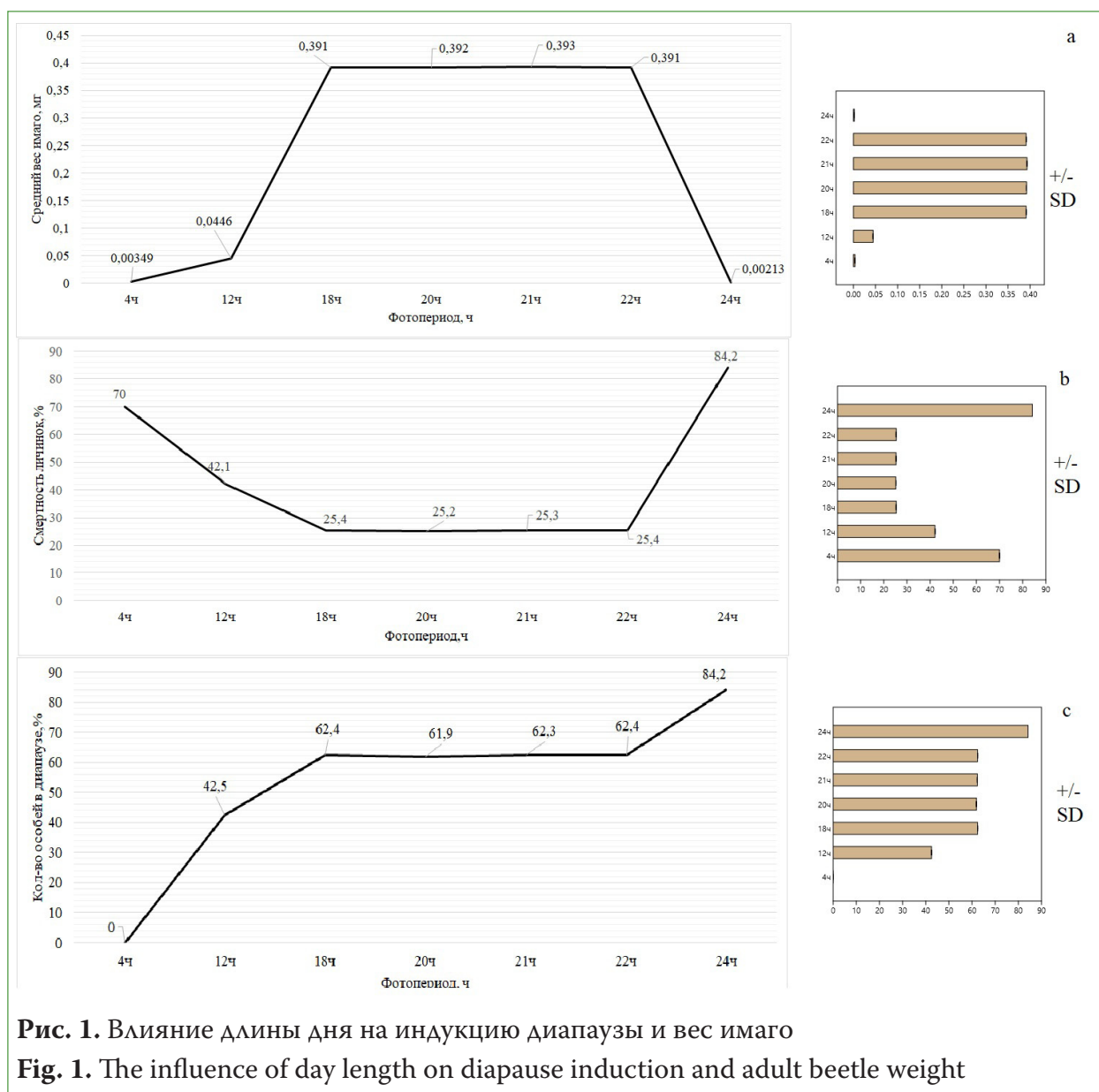
Copyright: © The Authors (2024).
Published by Herzen State Pedagogical
University of Russia. Open access under
CC BY-NC License 4.0.

Keywords: potato ladybird beetle, photoperiod, diapause, population, seasonal cycle

Введение

Сезонные изменения характерны для климата Земли, особенно в высоких широтах, где лето чередуется с зимами, которые в значительной степени неблагоприятны для роста, развития или размножения организмов. Saunders (Saunders et al. 2002) предложил термин «фотопериодические часы», описывающий механизмы, позволяющие насекомым реагировать на солнечную активность в течение года. Данный термин в равной степени применим и к другим живым существам — от грибов (Roenneberg et al. 2010) до млекопитающих (Kriegsfeld, Bittman 2010). У многих насекомых основной реакцией на удлинение осенних ночей является состояние покоя или диапаузы (Nishizuka et al. 1998; Saunders et al. 2002;

Košťál 2011; Saunders, Bertossa 2011), которое может происходить на разных стадиях развития от яйца (эмбриона) через личинку и куколку до имаго. У других видов, таких как тли, фотопериод регулирует производство сезонных морф: короткие летние ночи вызывают образование виргинопар, тогда как длинные осенние ночи приводят к производству половых форм (овипары), которые, в свою очередь, могут откладывать диапаузирующие яйца (Hardie 2010; Karthi 2016). Х. Ф. Кулиева отмечает, что фотопериодизм у членистоногих характеризуется большой пластичностью, в разных зонах неблагоприятны для развития периоды сочетаются с разной длиной светового дня. У видов, обитающих в одной и той же зоне, критическая длина дня может быть различной (Кулиева 2012). Роль длины дня



в контроле диапаузы картофельной коровки впервые была исследована Т. П. Симаковой (Симакова 1978; 1979). Ею приводятся исследования регулирования фотопериодическими условиями наступления репродуктивной активности или имагинальной диапаузы у картофельной коровки, причем фотопериодическая реакция имеет черты длиннодневного типа с весьма выраженной тенденцией к спонтанному возникновению диапаузы при непрерывном освещении. По данным Симаковой, наиболее четко ФПР проявляется при 25 °С, при 20 °С она становится менее насыщенной, а при 15 °С диапауза возникает у всех особей независимо от длины дня. При этом ФПР зависит от тем-

пературы, и у обследованной Симаковой южноприморской популяции картофельной коровки она была равна 15 ч 50 мин при 25 °С. Симаковой методом однократного изменения фотопериодического режима была также установлена чувствительная к фотопериоду стадия онтогенеза картофельной коровки (Симакова 1981). Было установлено, что фотопериодические условия содержания личинок и куколок не влияют на конечный фотопериодический ответ. Диапауза отсутствовала независимо от числа коротких дней, прожитых личинками и куколками. С другой стороны, количество активных размножающихся или диапаузирующих жуков четко коррелировало с

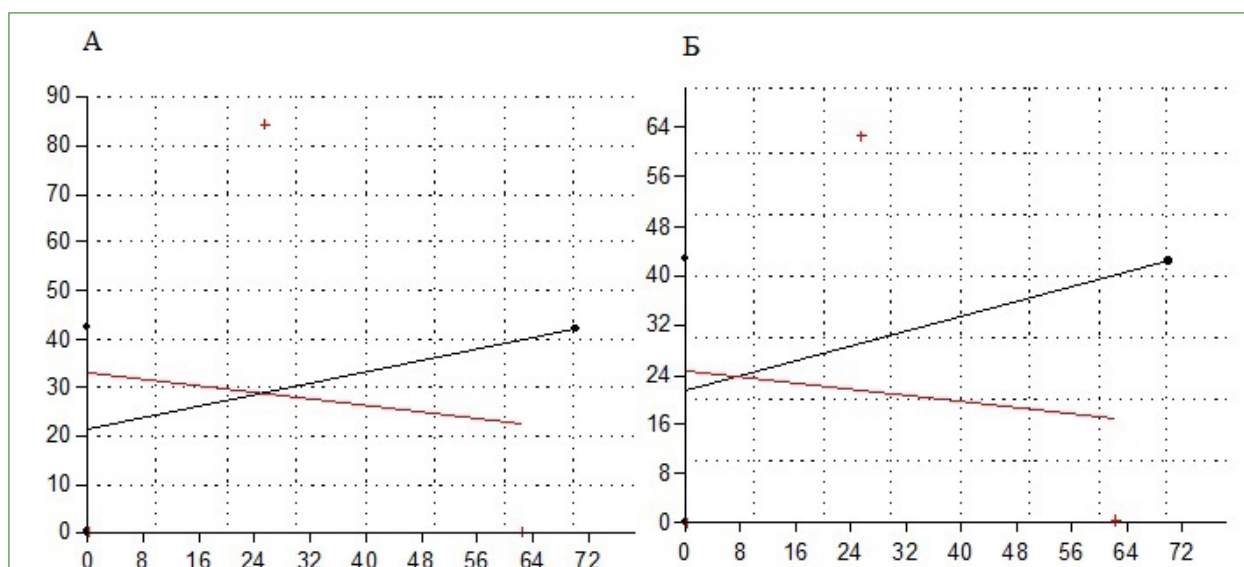


Рис. 2. Кросс-корреляционная кривая между показателями: А — «фотопериод — смертность личинок»; Б — «фотопериод — вес имаго»

Fig. 2. Cross-correlation curves of the following factors: A — photoperiod vs. larval mortality; B — photoperiod vs. adult beetle weight

фотопериодическими условиями в период имагинальной жизни. Таким образом, было установлено, что чувствительной стадией у картофельной коровки является имаго. Было отмечено, что самки картофельной коровки накапливают как короткодневную, так и длиннодневную информацию (Симакова 1981), но отдельные аспекты влияния фотопериода на жизнедеятельность коровки, в том числе участие ФПР в индукции размножения и нажировочного питания, остались не раскрыты, что и определило цель нашего исследования.

Материалы и методы

Опыты выполнялись на личинках и имаго картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch. Лабораторная культура содержалась по стандартным методикам (Мацшина и др. 2021). Эксперимент был заложен в 4-х повторностях, всего в эксперименте участвовало 1400 особей (Гусев, Лопатина 2018). Лабораторная колония *H. vigintioctomaculata* (Motschulsky, 1857) создана в 2019 г. на базе лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур (ФНЦ агробиотехнологии Дальнего Востока им. А. К. Чайки). Взрослые особи были собра-

ны в разных местах по всему Приморскому краю России (Злотин 1989; Wang et al. 2018; Мацшина и др. 2021). Статистическую обработку проводили в программе PAST v. 3.17 (Hammer et al. 2001; Murtagh, Legendre 2014). Данные, полученные в ходе исследования, визуализировали в MS Excel.

Результаты и обсуждения

В наших исследованиях, так же как и в экспериментах Симаковой (Симакова 1981), длина фотопериода оказывала прямое влияние на индукцию диапаузы у картофельной коровки, однако нами была отмечена корреляция между фотопериодом, смертностью и нажировочным питанием имаго (рис. 1, 2).

Максимальный средний вес имаго отмечался в варианте с фотопериодом 18 ч и составил 0.391 мг. Увеличение фотопериода до 24 ч не приводило к дополнительному набору веса, равно как и уменьшение до 4 ч, средний вес имаго при этом составил соответственно 0.00349 мг и 0.00213 мг. Процесс нажировки протекал оптимально в пределах от 12 до 18 ч, средний вес имаго увеличивался от 0.0446 до 0.391 мг. Этот же период (от 12 до 18 ч) оказался наилучшим для успешного формирования

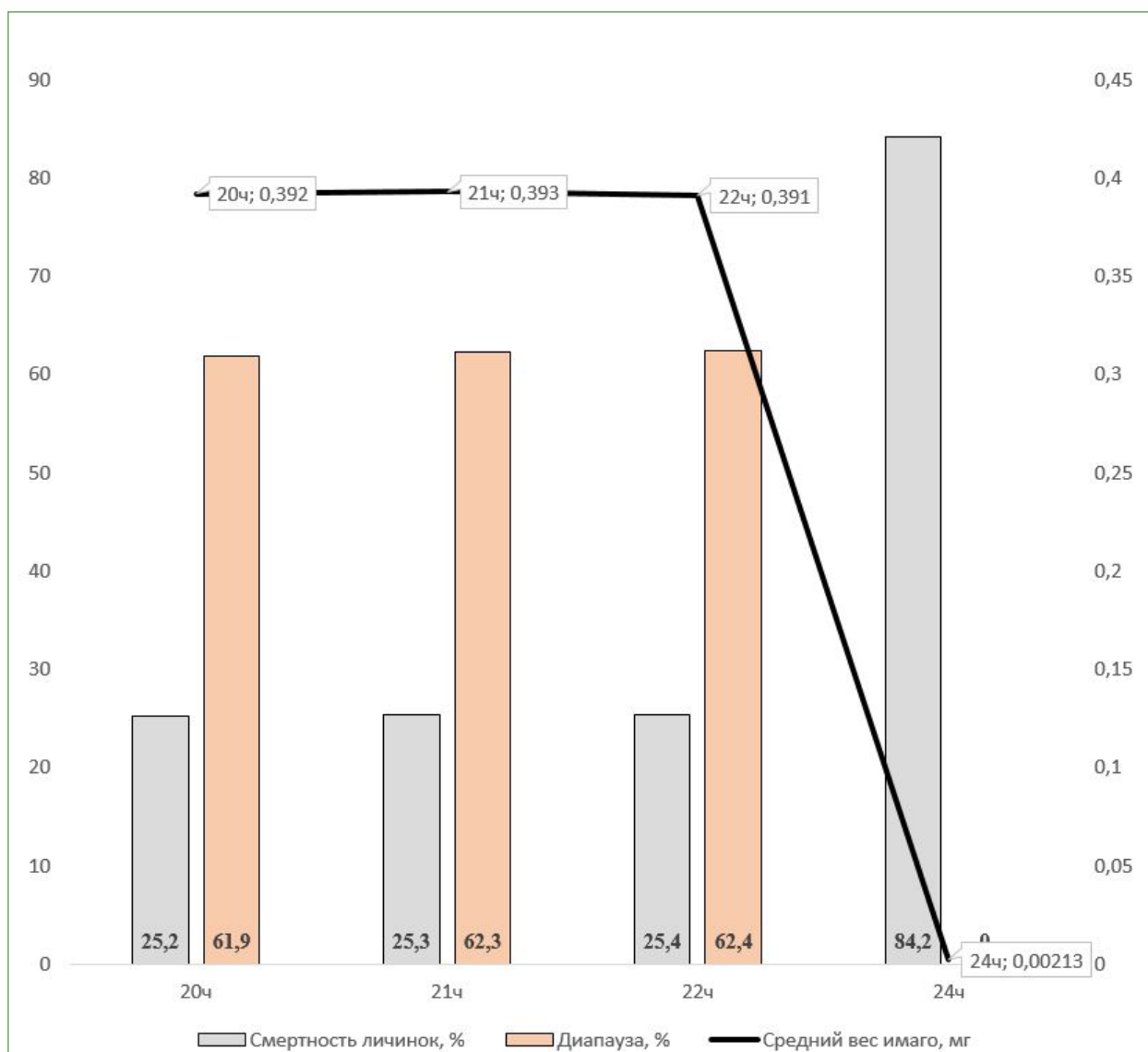


Рис. 3. Показатели смертности, диапаузы и среднего веса имаго при различных ФПР
Fig. 3. Mortality, diapause induction, and average adult beetle weight under different photoperiods

диапаузы, доля диапаузирующих имаго составила 42.1–62.4%. Удлинение ФПР до 20, 21 и 22 ч статистически значимой разницы не показало (61.9–62.4%), а увеличение до 24 ч привело к полному отказу от диапаузы (рис. 3, 4). При фотопериоде продолжительностью 12–18 ч наблюдалось также снижение смертности личинок с 42.1 до 25.4%. При фотопериоде 20–22 ч увеличения смертности личинок не происходило (25.2–25.4%), а при 24 ч процент смертности резко возрастал до 84.2.

Картофельная коровка способна воспринимать как короткодневные, так и длиннодневные сигналы. Это свойство довольно ши-

роко распространено среди насекомых. Кроме того, как видно на рисунке 5, на фотопериодическую реакцию картофельной коровки заметное влияние оказывает температура.

Так, при температуре 25 °С и длине дня 18 ч приступили к размножению около 75% имаго. В опытах при 20 °С способность к активному развитию подавляется сильнее: при 18-часовом фотопериоде к яйцекладке приступили только 50% самок. Наименее благоприятными оказались следующие сочетания «фотопериод : температура»: 4 ч и 10–15 °С, 4 ч и 30 °С, 12 ч и 10 °С, 12 ч и 4.2 °С, 18 ч и 10–15 °С, 24 ч и 10–15, 20–30 °С. При указанных

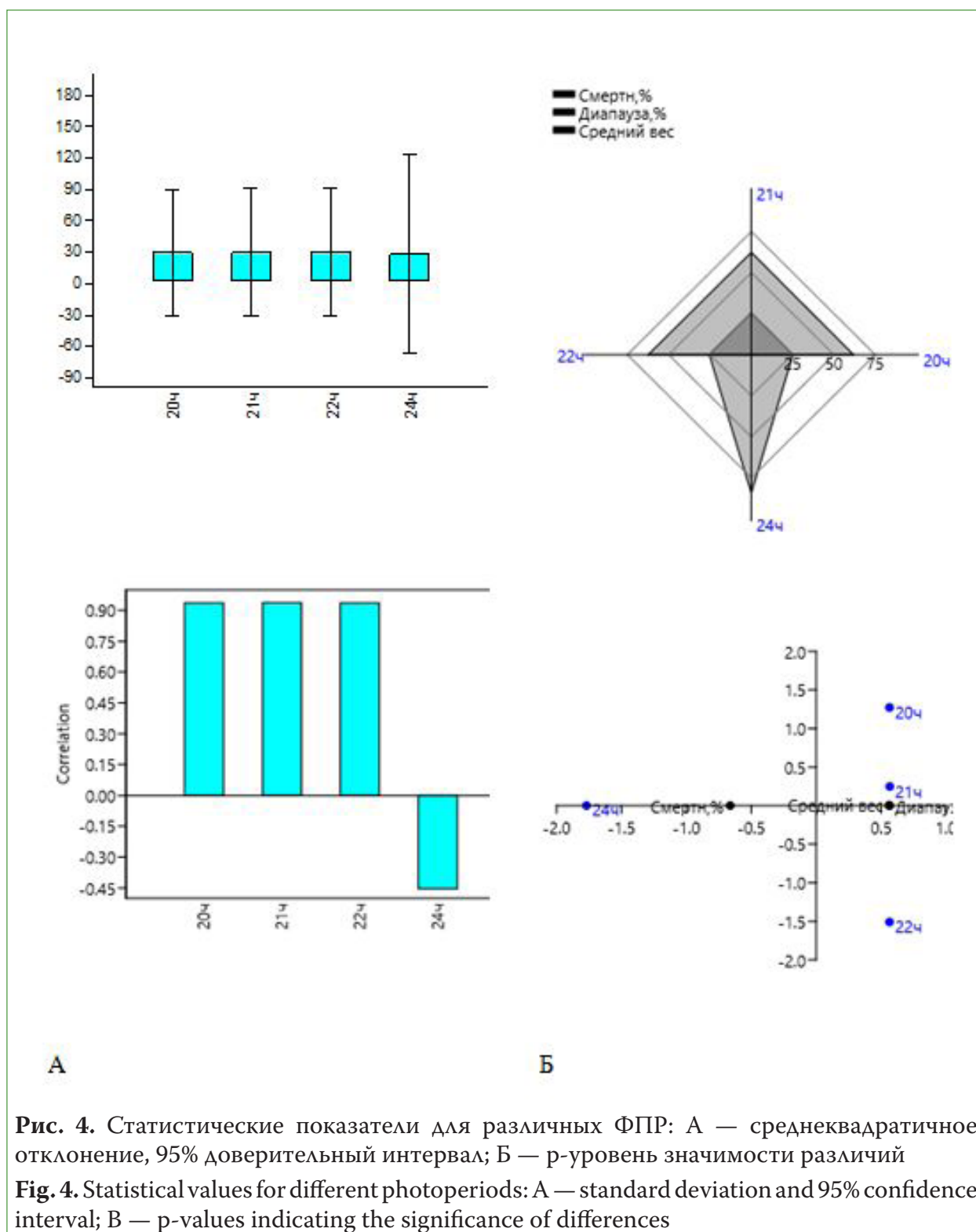


Рис. 4. Статистические показатели для различных ФПР: А — среднеквадратичное отклонение, 95% доверительный интервал; Б — р-уровень значимости различий

Fig. 4. Statistical values for different photoperiods: A — standard deviation and 95% confidence interval; B — p-values indicating the significance of differences

сочетаниях температур и фотопериода самки либо не приступали к яйцекладке, либо процент яйцекладущих самок был ничтожно мал (рис. 5).

Сходные результаты были получены Fang Mei с соавт. для родственного вида *Henosepilachna vigintioctopunctata*. По словам авторов, при увеличении продолжи-

тельности фотопериода с 13 до 16 ч частота питания имаго и количество отложенных яиц *H. vigintioctopunctata* увеличивались (Fang et al. 2018). Pavelka J. с соавт., X. Ф. Кулиева отмечают, что даже после наступления диапаузы фотопериодическая реакция сохраняет свое действие и определяет в природных условиях процесс протекания

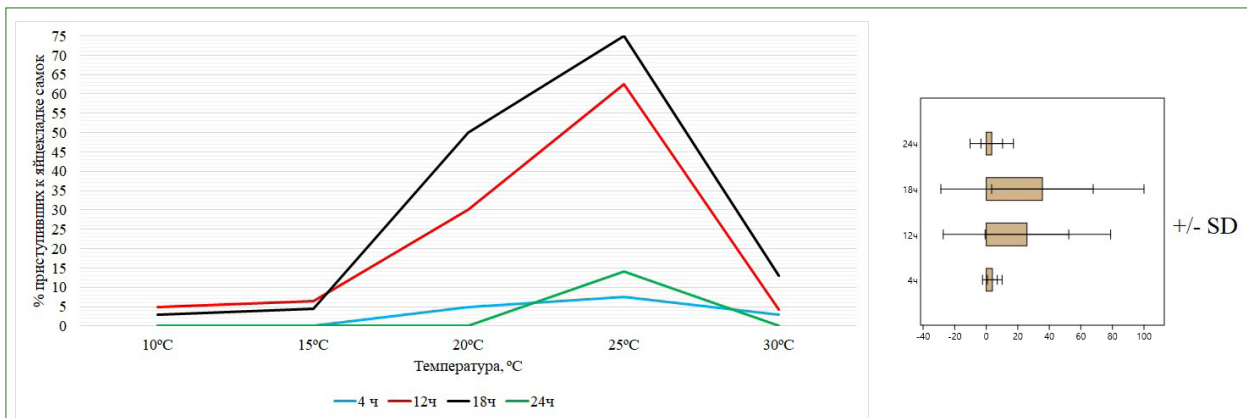


Рис. 5. Зависимость индукции размножения от температуры и фотопериода (процент приступивших к яйцекладке самок)

Fig. 5. The relationship between reproduction induction and temperature / photoperiod (percentage of ovipositing female beetles)

диапаузы летнего типа, а также зимней диапаузы при условии теплой зимы (Pavelka et al. 2003; Кулиева 2016).

Выводы

Фотопериодическая реакция картофельной коровки является регулятором сезонных циклов развития. Особенно сильно она влияет на диапаузу. Так, при фотопериоде 12–18 ч происходит интенсивное формирование диапаузы, а переход на 24-часовой фотопериод способствует бездиапаузному развитию вида.

Процесс наживки протекал оптимально в пределах от 12 до 18 ч, средний вес имаго увеличивался от 0.0446 до

0.391 мг, в результате уменьшалась смертность и повышалась жизнеспособность имаго. Благоприятными условиями для размножения являются 18-часовой световой день при температуре 25 °C. Таким образом, нами установлено влияние длины светового дня и температуры на развитие *H. vigintioctomaculata*.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания FNGW-2022-0007.

Funding

This research is part of the state-commissioned assignment FNGW-2022-0007.

Литература

- Гусев, И. А., Лопатина, Е. Б. (2018) Температурный и фотопериодический контроль развития зеленого древесного щитника *Palomena prasina* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae) в Ленинградской области. *Энтомологическое обозрение*, т. 97, № 4, с. 585–606. <https://doi.org/10.1134/S0367144518040019>
- Злотин, А. З. (1989) *Техническая энтомология*. Киев: Наукова думка, 183 с.
- Кулиева, Х. Ф. (2012) *Эколого-физиологические основы прогноза развития вредных насекомых. Прогнозирование развития Noctuidae, Pieridae, Arctiidae, Geometridae в Азербайджане*. Саарбрюккен: Lambert Academic Publ., 155 с.
- Кулиева, Х. Ф. (2016) Роль климатических факторов в изменении параметров фотопериодических реакций у азербайджанской популяции американской белой бабочки (*Huphantria cunea* Drury). В кн.: *Innovative approaches in diagnostics and treatment of human and animal diseases caused by injuries, genetic and pathogenic factors: Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXXVII International research and practice conference and II stage of the Championship in medicine and pharmaceuticals, biology, veterinary medicine and agriculture*. Лондон: Международная академия наук и высшего образования, с. 15–18.
- Маццишина, Н. В., Фисенко, П. В., Ермак, М. В. и др. (2021) Пища как фактор плодовитости, продолжительности развития и изменения морфометрических показателей у *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky). *Овощи России*, № 5, с. 81–88. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-81-88>

- Симакова, Т. П. (1978) Влияние температуры и фотопериода на рост личинок 28-пятнистой коровки (*Epilachna vigintioctomaculata* Motsch). В кн.: Л. А. Ивлиев (ред.). *Биология некоторых видов вредных и полезных насекомых Дальнего Востока*. Владивосток: Дальневосточный научный центр АН СССР, с. 127–130.
- Симакова, Т. П. (1979) О фотопериодической реакции картофельной коровки *Epilachna vigintioctomaculata* Motsch (Coccinellidae). В кн.: Л. А. Ивлиев (ред.). *Экология и биология членистоногих юга Дальнего Востока*. Владивосток: Дальневосточный научный центр АН СССР, с. 91–95.
- Симакова, Т. П. (1981) Накопление фотопериодической информации у *Epilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera, Coccinellidae). *Зоологический журнал*, т. 60, вып. 1, с. 53–61.
- Abrams, P. A., Leimar, O., Nylin, S., Wiklund, C. (1996) The effect of flexible growth rates on optimal sizes and development times in a seasonal environment. *The American Naturalist*, vol. 147, no. 3, pp. 381–395. <https://doi.org/10.1086/285857>
- Bradshaw, W. E., Holzapfel, C. M. (2007) Evolution of animal photoperiodism. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 38, no. 1, pp. 1–25. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110115>
- Dmitriew, C. M. (2011) The evolution of growth trajectories: What limits growth rate? *Biological Reviews*, vol. 86, no. 1, pp. 97–116. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00136.x>
- Dmitriew, C. M., Rowe, L. (2007) Effects of early resource limitation and compensatory growth on lifetime fitness in the ladybird beetle (*Harmonia axyridis*). *Journal of Evolutionary Biology*, vol. 20, no. 4, pp. 1298–1310. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01349.x>
- Fang, M., Xie, J.-K., Zhu, M. et al. (2018) Effects of photoperiod and LED light on the behavior of *Henosepilachna vigintioctopunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults. *Acta Entomologica Sinica*, vol. 61, no. 11, pp. 1295–1299. <https://doi.org/10.16380/j.kcxb.2018.11.006>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, no. 1, article 4.
- Hardie, J. (2010) Photoperiodism in insects: Aphid polyphenism. In: R. J. Nelson, D. L. Denlinger, D. E. Somers (eds.). *Photoperiodism: The biological calendar*. New York: Oxford University Press, pp. 342–364. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195335903.003.0014>
- Karthi, S. (2016) Impact of photoperiod and melatonin supplementation on cypermethrin induced damage on circadian clock antioxidant and detoxification genes in *Spodoptera litura* lepidoptera noctuidae. *Shodhganga: A reservoir of Indian theses*. [Online]. Available at: <http://hdl.handle.net/10603/235456> (accessed 10.01.2024).
- Košťál, V. (2011) Insect photoperiodic calendar and circadian clock: Independence, cooperation, or unity? *Journal of Insect Physiology*, vol. 57, no. 5, pp. 538–556. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.10.006>
- Kriegsfeld, L. J., Bittman, E. L. (2010) Photoperiodism and reproduction in mammals. In: R. J. Nelson, D. L. Denlinger, D. E. Somers (eds.). *Photoperiodism: The biological calendar*. New York: Oxford University Press, pp. 503–542. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195335903.003.0020>
- Morita, A. (1999) Neural and endocrine mechanisms for the photoperiodic response controlling adult diapause in the bean bug, *Riptortus clavatus*. *Entomological Science*, vol. 2, no. 4, pp. 579–587.
- Murtagh, F., Legendre, P. (2014) Ward's hierarchical agglomerative clustering method: Which algorithms implement ward's criterion? *Journal of Classification*, vol. 31, no. 3, pp. 274–295. <https://doi.org/10.1007/s00357-014-9161-z>
- Nishizuka, M., Azuma, A., Masaki, S. (1998) Diapause response to photoperiod and temperature in *Lepisma saccharina* Linnaeus (Thysanura: Lepismatidae). *Entomological Science*, vol. 1, no. 1, pp. 7–14.
- Pavelka, J., Shimada, K., Košťál, V. (2003) Timeless: A link between fly's circadian and photoperiodic clocks? *European Journal of Entomology*, vol. 100, no. 2, pp. 255–265. <https://doi.org/10.14411/EJE.2003.041>
- Roenneberg, T., Radic, T., Gödel, M., Merrow, M. (2010) Seasonality and photoperiodism in fungi. In: R. J. Nelson, D. L. Denlinger, D. E. Somers (eds.). *Photoperiodism: The biological calendar*. New York: Oxford University Press, pp. 134–163. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195335903.003.0007>
- Saunders, D. S., Bertossa, R. C. (2011) Deciphering time measurement: The role of circadian 'clock' genes and formal experimentation in insect photoperiodism. *Journal of Insect Physiology*, vol. 57, no. 5, pp. 557–566. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2011.01.013>
- Saunders, D. S., Steel, C. G. H., Vafopoulou, X., Lewis, R. (2002) *Insect clocks*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Publ., 560 p.
- Wang, Z.-L. Wang, X.-P., Li, C.-R. et al. (2018) Effect of dietary protein and carbohydrates on survival and growth in larvae of the *Henosepilachna vigintioctopunctata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Insect Science*, vol. 18, no. 4, article 3. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey067>

References

- Abrams, P. A., Leimar, O., Nylin, S., Wiklund, C. (1996) The effect of flexible growth rates on optimal sizes and development times in a seasonal environment. *The American Naturalist*, vol. 147, no. 3, pp. 381–395. <https://doi.org/10.1086/285857> (In English)
- Bradshaw, W. E., Holzapfel, C. M. (2007) Evolution of animal photoperiodism. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 38, no. 1, pp. 1–25. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110115> (In English)
- Dmitriew, C. M. (2011) The evolution of growth trajectories: What limits growth rate? *Biological Reviews*, vol. 86, no. 1, pp. 97–116. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00136.x> (In English)
- Dmitriew, C. M., Rowe, L. (2007) Effects of early resource limitation and compensatory growth on lifetime fitness in the ladybird beetle (*Harmonia axyridis*). *Journal of Evolutionary Biology*, vol. 20, no. 4, pp. 1298–1310. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01349.x> (In English)
- Fang, M., Xie, J.-K., Zhu, M. et al. (2018) Effects of photoperiod and LED light on the behavior of *Henosepilachna vigintioctopunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults. *Acta Entomologica Sinica*, vol. 61, no. 11, pp. 1295–1299. <https://doi.org/10.16380/j.kcxb.2018.11.006> (In Chinese)
- Gusev, I. A., Lopatina, E. B. (2018) Temperaturnyj i fotoperiodicheskiy kontrol' razvitiya zelenogo drevesnogo shchitnika *Palomena prasina* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae) v Leningradskoj oblasti [Temperature and photoperiodic control of development in the green shield bug *Palomena prasina* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae) in Leningrad Province]. *Entomologicheskoe obozrenie — Entomological Review*, vol. 97, no. 4, pp. 585–606. <https://doi.org/10.1134/S0367144518040019> (In Russian)
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, no. 1, article 4. (In English)
- Hardie, J. (2010) Photoperiodism in insects: Aphid polyphenism. In: R. J. Nelson, D. L. Denlinger, D. E. Somers (eds.). *Photoperiodism: The biological calendar*. New York: Oxford University Press, pp. 342–364. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195335903.003.0014> (In English)
- Karthi, S. (2016) Impact of photoperiod and melatonin supplementation on cypermethrin induced damage on circadian clock antioxidant and detoxification genes in spodoptera litura lepidoptera noctuidae. *Shodhganga: A reservoir of Indian theses*. [Online]. Available at: <http://hdl.handle.net/10603/235456> (accessed 10.01.2024). (In English)
- Košťál, V. (2011) Insect photoperiodic calendar and circadian clock: Independence, cooperation, or unity? *Journal of Insect Physiology*, vol. 57, no. 5, pp. 538–556. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.10.006> (In English)
- Kriegsfeld, L. J., Bittman, E. L. (2010) Photoperiodism and reproduction in mammals. In: R. J. Nelson, D. L. Denlinger, D. E. Somers (eds.). *Photoperiodism: The biological calendar*. New York: Oxford University Press, pp. 503–542. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195335903.003.0020> (In English)
- Kulieva, Kh. F. (2012) *Ekologo-fiziologicheskie osnovy prognoza razvitiya vrednykh nasekomykh. Prognozirovanie razvitiya Noctuidae, Pieridae, Arctiidae, Geometridae v Azerbajdzhane [Ecological and physiological bases of pest development prediction. Predicting the development of Noctuidae, Pyrididae, Arctiidae, Geometryidae in Azerbaijan]*. Saarbrücken: Lambert Academic Publ., 155 p. (In Russian)
- Kulieva, Kh. F. (2016) Rol' klimaticheskikh faktorov v izmenenii parametrov fotoperiodicheskikh reaksij u azerbajdzhanskoj populyatsii amerikanskoj belo babochki (*Hyphantria cunea* Drury) [The role of climatic factors in changing the parameters of photoperiodic responses in the Azerbaijani population of the American white butterfly (*Hyphantria cunea* Drury)]. In: *Innovative approaches in diagnostics and treatment of human and animal diseases caused by injuries, genetic and pathogenic factors: Peer-reviewed materials digest (collective monograph) published following the results of the CXXVII International research and practice conference and II stage of the Championship in Medicine and pharmaceuticals, biology, veterinary medicine and agriculture*. London: International Academy of Science and Higher Education Publ., pp. 15–18. (In Russian)
- Matsishina, N. V., Fisenko, P. V., Ermak, M. V. et al. (2021) Pishcha kak faktor plodovitosti, prodolzhitel'nosti razvitiya i izmeneniya morfometricheskikh pokazatelej u *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) [Food as a factor of fertility, development duration, and changes in morphometric parameters in *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky)]. *Ovoshchi Rossii — Vegetable Crops of Russia*, no. 5, pp. 81–88. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-81-88> (In Russian)
- Morita, A. (1999) Neural and endocrine mechanisms for the photoperiodic response controlling adult diapause in the bean bug, *Riptortus clavatus*. *Entomological Science*, vol. 2, no. 4, pp. 579–587. (In English)
- Murtagh, F., Legendre, P. (2014) Ward's hierarchical agglomerative clustering method: Which algorithms implement ward's criterion? *Journal of Classification*, vol. 31, no. 3, pp. 274–295. <https://doi.org/10.1007/s00357-014-9161-z> (In English)

- Nishizuka, M., Azuma, A., Masaki, S. (1998) Diapause response to photoperiod and temperature in *Lepisma saccharina* Linnaeus (Thysanura: Lepismatidae). *Entomological Science*, vol. 1, no. 1, pp. 7–14. (In English)
- Pavelka, J., Shimada, K., Košťál, V. (2003) Timeless: A link between fly's circadian and photoperiodic clocks? *European Journal of Entomology*, vol. 100, no. 2, pp. 255–265. <https://doi.org/10.14411/EJE.2003.041> (In English)
- Roenneberg, T., Radic, T., Gödel, M., Merrow, M. (2010) Seasonality and photoperiodism in fungi. In: R. J. Nelson, D. L. Denlinger, D. E. Somers (eds.). *Photoperiodism: The biological calendar*. New York: Oxford University Press, pp. 134–163. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195335903.003.0007> (In English)
- Saunders, D. S., Bertossa, R. C. (2011) Deciphering time measurement: The role of circadian 'clock' genes and formal experimentation in insect photoperiodism. *Journal of Insect Physiology*, vol. 57, no. 5, pp. 557–566. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2011.01.013> (In English)
- Saunders, D. S., Steel, C. G. H., Vafopoulou, X., Lewis, R. (2002) *Insect clocks*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Publ., 560 p. (In English)
- Simakova, T. P. (1978) Vliyanie temperatury i fotoperioda na rost lichinok 28-pyatnistoj korovki (*Epilachna vigintioctomaculata* Motsch) [Influence of temperature and photoperiod on increase of larvae of the 28-spotted potato ladybird]. In: L. A. Ivliev (ed.). *Biologiya nekotorykh vidov vrednykh i poleznykh nasekomykh Dal'nego Vostoka [Biology of some species of pest and useful insects of the Far East]*. Vladivostok: Far Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR Publ., pp. 127–130. (In Russian)
- Simakova, T. P. (1979) O fotoperiodicheskoj reaksii kartofel'noj korovki *Epilachna vigintioctomaculata* Motsch (Coccinellidae) [On the photoperiodic reaction of the potato ladybird *Epilachna vigintioctomaculata* (Coccinellidae)]. In: L. A. Ivliev (ed.). *Ekologiya i biologiya chlenistonogikh yuga Dal'nego Vostoka [Ecology and biology of arthropods in the southern Far East]*. Vladivostok: Far Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR Publ., pp. 91–95. (In Russian)
- Simakova, T. P. (1981) Nakoplenie fotoperiodicheskoj informatsii u *Epilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera, Coccinellidae). *Zoologicheskij zhurnal*, vol. 60, no. 1, pp. 53–61. (In Russian)
- Wang, Z.-L. Wang, X.-P., Li, C.-R. et al. (2018) Effect of dietary protein and carbohydrates on survival and growth in larvae of the *Henosepilachna vigintioctopunctata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Insect Science*, vol. 18, no. 4, article 3. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey067> (In English)
- Zlotin, A. Z. (1989) *Tekhnicheskaya entomologiya [Technical entomology]*. Kyiv: Naukova Dumka Publ., 183 p. (In Russian)

Для цитирования: Ермак, М. В., Мацишина, Н. В., Собко, О. А., Фисенко, П. В. (2024) Фотопериодические реакции популяции коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch. (Coleoptera, Coccinellidae) из Приморского края России. *Амурский зоологический журнал*, т. XVI, № 4, с. 969–978. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-969-978>

Получена 11 января 2024; прошла рецензирование 21 февраля 2024; принята 30 октября 2024.

For citation: Ermak, M. V., Matsishina, N. V., Sobko, O. A., Fisenko, P. V. (2024) Photoperiodism of the ladybird *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch. (Coleoptera, Coccinellidae) population from Primorsky Krai, Russia. *Amurian Zoological Journal*, vol. XVI, no. 4, pp. 969–978. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-4-969-978>

Received 11 January 2024; reviewed 21 February 2024; accepted 30 October 2024.