

ОО «Белорусское энтомологическое общество»
Национальная академия наук Беларуси
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»
Биологический факультет
Белорусского государственного университета
РУП «Институт защиты растений НАН Беларуси»
ГПУ «Березинский биосферный заповедник»
Витебский государственный университет им. П.М. Машерова
Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНТОМОЛОГИИ В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ

Сборник статей
IV Международной научно-практической конференции
посвященной памяти
Александра Михайловича Терёшкина
(1953–2020)

1–3 декабря 2021 г.,

Минск

Республика Беларусь

Минск
Издатель А.Н. Вараксин
2021

УДК 595.7(4-11)(082)
ББК 28.691.89
И93

Ответственные редакторы:

Прищепчик О.В., Маковецкая Е.В.

Редколлегия:

Буга С.В., Волкова Т.В.,
Дерунков А.В., Кулак А.В.,
Лукашук А.О., Рьжая А.В.,

И93 Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе : сборник статей IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Александра Михайловича Терёшкина (1953– 2020), 1–3 декабря 2021 г., Минск / Отв. ред.: Прищепчик О.В., Маковецкая Е.В. – Минск : ВА.Н. Вараксин, 2021. – 434 с.

ISBN 978-985-7265-85-5.

УДК 595.7(4-11)(082)
ББК 28.691.89

ISBN 978-985-7265-85-5

© ГНПО «НПЦ НАН Беларуси
по биоресурсам», 2021.
© Оформление. Издатель
А. Н. Вараксин, 2021

ЗНАЧЕНИЕ ПЛАСТИЧНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НОРМ РАЗВИТИЯ В РЕГУЛЯЦИИ СЕЗОННЫХ ЦИКЛОВ НАСЕКОМЫХ

Лопатина Е. Б.¹, Кучеров Д.А.²

Санкт–Петербургский государственный университет, каф. Энтомологии

e–mail: elena.lopatina@gmail.com¹, d.kuchеров@spbu.ru²

***Аннотация.* Температура оказывает огромное влияние на продолжительность развития насекомых. Скорость развития (обратная величина продолжительности развития) обнаруживает линейную зависимость от температуры в благоприятном для жизни термическом диапазоне. Абиотические и биотические факторы среды вызывают изменение температурных норм развития (температурного порога и коэффициента термолабильности). Рассмотрены формы пластичности температурных норм развития. Сделан вывод о том, что фотопериодическая пластичность нормы реакции на температуру является специфической формой регуляции сезонных циклов насекомых.**

Ключевые слова: температура, фотопериод, продолжительность развитие, температурный порог, термолабильность

Температура окружающей среды играет определяющую роль в регуляции жизненных циклов насекомых, оказывая непосредственное воздействие на скорость роста, продолжительность развития, массу тела и плодовитость особей. Все эти параметры могут проявлять фенотипическую пластичность, которую характеризуют нормы реакции. Разнообразие норм реакции на температуру возникло в результате действия естественного отбора, который привел к появлению локальных адаптаций у популяций, живущих в различных климатических условиях. Изучение экологической и эволюционной роли фенотипической пластичности организмов и адаптивных норм реакции в настоящее время является одним из важнейших направлений современной эволюционной биологии.

Температурные нормы развития эктотермных организмов в диапазоне оптимальных температур описывают с помощью уравнения линейной регрессии скорости развития (R) по температуре (T): $R = a + bT$. График уравнения пересекает ось абсцисс в точке температурного порога развития. Скорость развития R вычисляют как обратную величину его продолжительности. Коэффициент линейной регрессии b , иначе коэффициент термолабильности развития (Кожанчиков, 1961; Медников, 1966, 1987), определяет угол

наклона линии регрессии скорости развития по температуре к оси абсцисс. Его значение тем больше, чем сильнее скорость развития зависит от изменений температуры, т.е. чем выше термолабильность или термочувствительность развития. Сумма градусо–дней, или сумма эффективных температур, является обратной величиной коэффициента регрессии и эквивалентна сумме температур выше порога, необходимой для завершения развития (Кіруатков, Лопатина, 2010). Температурный порог, коэффициент термолабильности и сумму градусо–дней называют параметрами термолабильности развития.

Влияние фотопериодических условий на продолжительность развития отмечено у десятков видов насекомых из разных отрядов. Исследования, которые были проведены нами на клопе–солдатике *P. apterus*, впервые показали, что фотопериодические условия не просто ускоряют или замедляют развитие личинок, а приводят к изменению нормы реакции развития на температуру: температурного порога и коэффициента термолабильности (Лопатина *et al.*, 2007). При сокращении длины дня в течение лета происходит градуальное снижение порога и угла наклона линии регрессии к оси абсцисс, т. е. изменяется характер зависимости скорости развития от температуры (рис. 1).

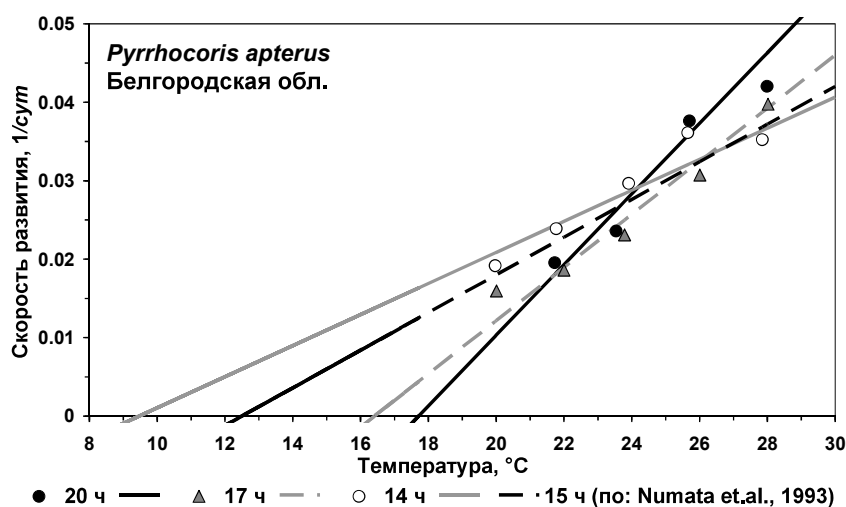


Рисунок 1. Фотопериодическая пластичность температурных норм развития личинок клопа–солдатика *Pyrrhocoris apterus* из Белгородской обл. (по: Лопатина, 2018)

Развитие личинок постепенно становится менее термолабильным, менее зависимым от температуры. Оно быстрее протекает при относительно низких температурах, ниже 24 °C – точки пересечения линий регрессии. При более высоких температурах развитие происходит быстрее при длинном дне. Это означает, что одни и те же фотопериодические условия при одних температурах могут ускорять развитие, а при других температурах, наоборот, замедлять. Фенологические исследования сезонного цикла развития клопов–солдатиков позволили объяснить обнаруженное явление. В природных условиях перезимовавшие клопы

откладывают яйца с конца апреля до конца июля, поэтому развивающиеся личинки попадают в различные температурные и фотопериодические условия. Благодаря пластичности температурных норм развития, проявляющейся при сокращении длины дня, личинки осенью способны закончить развитие при достаточно низких температурах, т.е. наблюдаемое изменение температурных норм развития является адаптивно выгодным. Быстрое развитие при температурах выше 24 °С и высокая термолабильность, наблюдаемая в длиннодневных условиях, позволяет первому поколению клопов успеть развиваться до имаго в первую половину лета даже на севере ареала и отложить яйца, из которых разовьется второе поколение.

Проведённые нами в последние годы исследования и математическая обработка литературных данных позволили выявить разнообразные формы пластичности температурных норм развития.

1. Короткий день ускоряет развитие при низких температурах, а длинный день – при высоких. При коротком дне происходит снижение порога и термолабильности развития. Линии регрессии скорости развития по температуре, полученные для разных фотопериодических условий, пересекаются. Подобная форма пластичности обнаружена у европейских популяций клопа–солдатика *Pyrrhocoris apterus* (Lopatina et al., 2007, рис. 1), сизой люцерновой тли *Acyrtosiphon kondoi* (Kodet et al., 1982), божьей коровки *Stethorus gilvifrons* (Aksit et al., 2007), австралийской бабочки–нимфалиды *Junonia villida* (James, 1987) и наездника–яйцеда *Trichogramma principium* (Reznik, Voinovich, 2015).

2. Короткий день ускоряет развитие при всех благоприятных температурах. При этом линия регрессии скорости развития по температуре для короткодневных условий проходит выше линии регрессии для длиннодневных условий. Здесь мы рассматриваем два случая.

(1) При коротком дне термолабильность развития возрастает, а температурный порог изменяется незначительно. Линии регрессии скорости развития по температуре, полученные для разных фотопериодических условий, пересекаются в области порога. Такая реакция была обнаружена у жужелицы *Amara communis* (Lopatina et al., 2011), жуков–листоедов *Cassida rubiginosa* и *C. stigmatica* (Kutcherov et al., 2019), божьей коровки *Epilachna admirabilis* (Hoshikawa, 2000). Сходная реакция наблюдается у клопов *Palomena prasina* из Ленинградской области (Гусев, Лопатина, 2018).

(2) При коротком дне происходит снижение порога, термолабильность развития либо несколько понижается, либо практически не изменяется. Линии регрессии скорости развития по температуре, полученные для разных фотопериодических условий, проходят почти параллельно. Такая форма пластичности обнаружена у итальянского клопа *Graphosoma lineatum* (Лопатина, Гусев, 2019).

3. Короткий день ускоряет развитие при высоких температурах, а длинный день – при низких. При коротком дне происходит повышение термолабильности развития и порога. Линии регрессии скорости развития по температуре для разных фотопериодических режимов пересекаются. Такая реакция обнаружена у брянской популяции бабочки дневной павлиний глаз *Inachis io* (Рыжкова, Лопатина, 2015), озимой совки *Agrotis segetum* из Таджикистана (Гейспец и др., 1971) и божьей коровки *Coccinella septempunctata brucki* из центральной Японии (Sakurai *et al.*, 1991), у сверчка *Pteronemobius fascipes* (Kidokoro, Masaki, 1978).

4. Короткий день замедляет развитие, а длинный день – ускоряет, в экологически значимом диапазоне температур. При этом линия регрессии скорости развития по температуре для короткодневных условий проходит ниже линии регрессии для длиннодневных условий. Возможны два варианта.

(1) В длиннодневных условиях происходит снижение порога, термолабильность развития остается более–менее постоянной. Линии регрессии скорости развития по температуре для разных фотопериодических условий почти параллельны. Это характерно для видов, обитающих в засушливом климате, с летней остановкой размножения – египетской популяции клопа *Nezara viridula* (Ali, Ewiess, 1977), израильских популяций клопов *Pyrrhocoris apterus* и *Scantius aegyptius* (Лопатина, 2018; Kutcherov *et al.* 2018), крымской популяции жука–листоеда *Timarcha tenebricosa* (Kutcherov *et al.* 2018). До наступления летней засухи клопам требуется завершить онтогенез, а личинкам *T. tenebricosa*, закончив развитие, необходимо зарыться в почву, где особи проводят лето на стадии предкуколки и куколки. Выявление одной и той же формы фотопериодической пластичности температурных норм развития у насекомых, обитающих в сходных климатических условиях, свидетельствует об ее адаптивной значимости.

(2) В короткодневных условиях термолабильность развития понижается, а порог почти не изменяется. Линии регрессии скорости развития по температуре, полученные для разных фотопериодических условий, пересекаются в области порога. Это характерно для видов с зимним и ранневесенним развитием. При анализе литературных данных такая реакция была выявлена нами у личинок последнего возраста комара *Ochlerotatus triseriatus* (Holzapfel, Bradshaw, 1981), у личинок европейской саранчи *Acrotylus insubricus* (Abou–Elela, Hilmy, 1977) и у личинок жуков–стафилинид *Quedius pella* (Topp, Smetana, 1998).

5. Комбинированные сезонно–зависимые реакции на температуру и фотопериод у видов с зимующими личинками: у одних и тех же особей осенью скорость роста больше в короткодневных условиях, а весной – в длиннодневных. Подобные реакции описаны для бабочек–бархатниц (Nymphalidae, Satyrinae) *Lasiommata maera* (Gotthard *et al.*, 1999, 2000) и

Aphantopus hyperantus (Ryzhkova, Lopatina, 2016) и у личинок стрекозы *Tetragoneuria cynosura* (Lutz, 1974).

У некоторых видов насекомых наблюдается отсутствие влияния фотопериодических условий на температурные нормы развития. Так, у быстро развивающихся поливольтинных видов, щавелевого листоеда *Gastrophysa viridula* (Kutcherov, Kipyatkov, 2011) и клопа-слепняка *Nesidiocoris tenuis* (Pazyuk *et al.*, 2014), фотопериодические условия не оказали воздействия на продолжительность развития преимагинальных стадий. У этих видов своевременное достижение имагинальной стадии в конце летнего сезона обеспечивается высокой скоростью роста.

Температурные нормы развития могут изменяться в зависимости от качества корма. Большая или меньшая температурная чувствительность роста и развития при разном пищевом рационе отмечена у разных видов насекомых (см. например, Honěk *et al.*, 2002; Kingsolver *et al.*, 2006; Diamond, Kingsolver, 2012; Berger *et al.*, 2013; Lopatina *et al.*, 2014).

На особенности температурных норм развития потомства влияет пищевой рацион родительских особей (Triggs, Knell, 2012; Valtonen *et al.*, 2012; Franzke, Reinhold, 2013).

В лабораторных экспериментах удалось обнаружить, что численность группы особей может воздействовать на температурные нормы их развития. Эффект численности группы часто выражается в задержке развития особей при индивидуальном содержании, по сравнению с групповым. Это было обнаружено у гусениц бабочек *Hemileuca lucina* (Stamp, Bowers, 1990) и *Inachis io* (Ryzhkova, Lopatina, 2015) и у клопа *Lygaeus equestris* (Kugelberg, 1973).

Фотопериодическая и трофическая пластичность температурных норм развития может по-разному проявляться в различных географических популяциях одного и того же вида, как, например, у божьей коровки *Harmonia axyridis* из сочинской и иркутской популяций (Лопатина и др., 2020). Различия по степени выраженности фотопериодической пластичности температурных норм развития отмечены у двух японских популяций клопа *Dolycoris baccarum* (Nakamura, 2002), у лугового мотылька *Loxostege sticticalis* из трех географических популяций (Kutcherov *et al.*, 2015) и бабочки дневной павлиний глаз *Inachis io* из брянской и петербургской популяций (Рыжкова, Лопатина, 2015; Ryzhkova, Lopatina, 2015). Однако, наиболее яркие различия по характеру фотопериодической пластичности температурных норм развития мы обнаружили у клопа-солдатика *P. apterus* из европейских и израильской популяций. Если у европейских популяций клопа при сокращении длины дня в конце лета наблюдается ускорение развития личинок при низких температурах и происходит снижение температурного порога и термолабильности развития (см. выше), то в Израиле ускорение развития личинок наблюдается по мере увеличения продолжительности светового дня в начале лета при всех температурах. При этом температурный порог развития ниже, чем в

короткодневном фотопериодическом режиме. Таким образом, особенности фотопериодической пластичности температурных норм развития личинок клопа–солдатика, наблюдающиеся в разных частях ареала в различных климатических условиях, являются важными экологическими адаптациями, которые обеспечивают регуляцию сезонного цикла развития и своевременное завершение онтогенеза – в сентябре в Европе и в июне на юге ареала в Израиле.

Это означает, что фотопериодическая пластичности нормы реакции на температуру выступает как специфическая форма регуляции сезонного развития насекомых.

Благодарность: Исследования были поддержаны грантами РФФИ 11–04–000350–а, 14–04–01156–а и 20–04–00185–а.

Библиографический список:

1. Гейспиц, К.Ф., М.А. Пенязь, Д.Х. Шашенкова. 1971. Фотопериод и температура как факторы в развитии совки *Agrotis segetum* (Lepidoptera, Noctuidae) // Зоологический журнал. Т. 50. С. 1674–1685.
2. Гусев И.А., Лопатина Е.Б. 2018. Температурный и фотопериодический контроль развития зеленого древесного клопа *Palomena prasina* (Heteroptera: Pentatomidae) в Ленинградской области // Энтомологическое обозрение. Т. 97. Вып. 4. С. 585–606.
3. Кожанчиков, И. В. 1961. Методы исследований экологии насекомых. М.: Высшая школа, 1961. 286 с.
4. Лопатина, Е.Б. 2018. Пластичность температурных норм развития насекомых // Евразийский энтомологический журнал. Т. 17. Вып. 1. С. 63–72.
5. Лопатина, Е.Б., Гусев И.А. 2019. Новая форма фенотипической пластичности температурных норм развития у клопа *Graphosoma lineatum* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae) // Энтомологическое обозрение. Т. 98. Вып. 2. С. 255–280.
6. Лопатина Е.Б., С. Я. Резник, А. Н. Овчинников, А. А. Овчинникова, О. С. Безман–Мосейко, Е. В. Гриценко. 2020. Фенотипическая пластичность температурных норм развития азиатской божьей коровки *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae) // Энтомологическое обозрение, Т. 99, вып.3, С. 495–519.
7. Медников Б. М. 1966. Эволюционные аспекты термоллабильности развития насекомых // Успехи современной биологии. Т. 61, вып. 2. С. 247–259.
8. Медников, Б.М., 1987. Проблемы видообразования и адаптивные нормы. // *Журнал общей биологии*, Т. 48, С. 15–26.
9. Рыжкова М. В., Лопатина Е.Б. 2015. Температурные нормы развития и их фотопериодическая модификация у брянской популяции бабочки *Inachis io* (Lepidoptera, Nymphalidae) // Вестник Санкт–Петербургского университета, Серия 3 "Биология", Вып. 3, С. 19–35.

10. Abou-Elela, R, N. Hilmy. 1977. Wirkungen der Fotoperiode und Temperatur auf die Entwicklungsstadien von *Acrotylus insubricus* Scop. (Orthopt., Acrididae) // Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, Vol.50, P. 25–28.
11. Aksit T., Cakmak I., Ozer G. 2007. Effect of temperature and photoperiod on development and fecundity of an acarophagous ladybird beetle, *Stethorus gilvifrons* // Phytoparasitica. Vol.35. P.357–366.
12. Ali M., Ewiess M.A. 1977. Photoperiodic and temperature effects on rate of development and diapause in the green stink bug, *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae) // Zeitschrift für Angewandte Entomologie. Vol.84. P.256–264
13. Berger D., Postma E., Blanckenhorn W.U., Walters R.J. 2013. Quantitative genetic divergence and standing genetic (co)variance in thermal reaction norms along latitude // Evolution. Vol.67. P. 2385–2399.
15. Diamond S.E., Kingsolver J.G. 2012. Host plant adaptation and the evolution of thermal reaction norms // Oecologia. Vol.169. P.353–360.
16. Franzke A., Reinhold K. 2013. Transgenerational effects of diet environment on life-history and acoustic signals of a grasshopper // Behavioral Ecology. Vol.21. P.734–739.
17. Gotthard K., Nylin S., Wiklund C. 1999. Seasonal plasticity in two satyrine butterflies: state dependent decision making in relation to daylength // Oikos. Vol.84. P.453–462.
18. Gotthard K., Nylin S., Wiklund C. 2000. Individual state controls temperature dependence in a butterfly (*Lasiommata maera*) // Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Vol.267. P.589–593.
19. Holzapfel C.M., Bradshaw W.E. 1981. Geography of larval dormancy in the tree-hole mosquito *Aedes triseriatus* (Say) // Canadian Journal of Zoology. Vol.59. P.1014–1021.
20. Honěk A., Jarošík V., Martinková Z., Novák I. 2002. Food induced variation of thermal constants of development and growth of *Autographa gamma* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae // European Journal of Entomology. Vol.99. P.241–252.
21. James D.G. 1987. Effects of temperature and photoperiod on the development of *Vanessa kershawi* McCoy and *Junonia villida* Godart (Lepidoptera: Nymphalidae) // Journal of Australian Entomological Society. Vol.26. P.289–292.
22. Kidokoro T., Masaki S. 1978. Photoperiodic response in relation to variable voltinism in the ground cricket, *Pteronemobius fascipes* Walker (Orthoptera: Gryllidae) // Japanese Journal of Ecology. Vol.28. P.291–298.
23. Kingsolver J.G., Shlichta J.G., Ragland G.J., Massie K.R. 2006. Thermal reaction norms for caterpillar growth depend on diet // Evolutionary Ecology Research. Vol.8. P.703–715.
24. Kipyatkov V.E., Lopatina E.B. 2010. Intraspecific variation of thermal reaction norms for development in insects: new approaches and prospects // Entomological Review. Vol.90. P.163–184.

25. Kodet R.T., Nielson M.W., Kuehl O.R. 1982. Effect of temperature and photoperiod on the biology of blue alfalfa aphid, *Acyrtosiphon kondoi* Shinji // USDA Technical Bulletin No1660. 15 p.
26. Kugelberg O. 1973. Effects of larval density on the development of *Lygaeus equestris* (L.) (Het., Lygaeidae) in the laboratory // Norsk Entomologisk Tidsskrift. Vol.20. P.225–228.
27. Kutcherov D.A., Kipyatkov V.E. 2011. Control of preimaginal development by photoperiod and temperature in the dock leaf beetle *Gastrophysa viridula* (De Geer) (Coleoptera: Chrysomelidae) // Entomological Review. Vol.91. No.6. P.692–708.
28. Kutcherov D., Saulich A., Lopatina E., Ryzhkova M. 2015. Stable and variable life–history responses to temperature and photoperiod in the beet webworm, *Loxostege sticticalis* // Entomologia Experimentalis et Applicata. Vol.154. No.3. P.228–241.
29. Kutcherov D. A., Lopatina E. B., Balashov S. V., 2018. Convergent photoperiodic plasticity in developmental rate in two species of insects with widely different thermal phenotypes // European Journal of Entomology. Vol. 115. P. 624–631.
30. Kutcherov D., Lopatina E. B., Yermakov S., 2019. Effects of temperature and photoperiod on the immature development in *Cassida rubiginosa* Müll. and *C. stigmatica* Sffr. (Coleoptera: Chrysomelidae) // Scientific Reports 9, 10047.
31. Lopatina E.B., Balashov S.V., Kipyatkov V.E. 2007. First demonstration of the influence of photoperiod on the thermal requirements for development in insects and in particular the linden–bug, *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera, Pyrrhocoridae) // European Journal of Entomology. Vol.104. P.23–31.
32. Lopatina E.B., Kipyatkov V.E., Balashov S.V., Kutcherov D.A. 2011. Photoperiod–temperature interaction – a new form of seasonal control of growth and development in insects and in particular a carabid beetle, *Amara communis* (Coleoptera: Carabidae) // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. Vol.47. P.578–592.
33. Lopatina E.B., Kutcherov D.A., Balashov S.V. 2014. The influence of diet on the duration and thermal sensitivity of development in the linden–bug *Pyrrhocoris apterus* L. (Heteroptera: Pyrrhocoridae) // Physiological Entomology. Vol.39. P.208–216.
34. Lutz P.E. 1974. Environmental factors controlling duration of larval instars in *Tetragoneuria cynosure* (Odonata) // Ecology. Vol.55. P.630–637.
35. Nakamura K. 2002. Effect of photoperiod on the size–temperature relationship in a pentatomid bug, *Dolycoris baccarum* // Journal of Thermal Biology. Vol.27. P.541–546.
36. Pazyuk I.M., Musolin D.L., Reznik S.Ya. 2014. Geographic variation in thermal and photoperiodic effects on development of zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis* // Journal of Applied Entomology. Vol.138. P.36–44.

37. Reznik S.Ya., Voinovich N.D. 2015. The influence of temperature and photoperiod on the rate of development in *Trichogramma principium* Sug. et Sor. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) // Entomological Review. Vol.95. No.3. P.289–295.
38. Ryzhkova M.V., Lopatina E.B. 2015. Plasticity of the thermal reaction norms for development in the European Peacock butterfly *Inachis io* (Lepidoptera, Nymphalidae) // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. Vol.51. No.3. P.222–234.
39. Ryzhkova M.V., Lopatina E.B. 2016. The seasonal development cycle of *Aphantopus hyperantus* (L.) (Lepidoptera, Nymphalidae: Satyrinae) in Leningrad Province // Entomological Review. Vol.96. No.7. P.831–847.
40. Sakurai H., Yoshida N., Kobayashi Ch., Takeda S. 1991. Effects of temperature and day length on oviposition and growth of lady beetle, *Coccinella septempunctata bruckii*. Res. Bull. Fac. Coll. Agric., Gifu Univ., 56: 45–50.
41. Stamp N.E., Bowers M.D. 1990. Variation in food quality and temperature constrain foraging of gregarious caterpillars // Ecology. Vol.71. No.3. P.1031–1039.
42. Topp W., Smetana A. 1998. Distributional pattern and development of the winter-active beetle *Quedius pellax* (Staphylinidae) // Global Ecology and Biogeography Letters. Vol.7. P.189–195.
43. Triggs A.M., Knell R.J. 2012. Parental diet has strong transgenerational effects on offspring immunity // Functional Ecology. Vol.26. P.1409–1417.
44. Valtonen T.M., Kangassalo K., Pölkki M., Rantala M.J. 2012. Transgenerational effects of parental larval diet on offspring development time, adult body size and pathogen resistance in *Drosophila melanogaster*. PLoS One. 7 (2). e31611. doi:10.1371/journal.pone.0031611.

**Significance of the plasticity of thermal reaction norms for development
in the regulation of insect seasonal cycles**

Lopatina E.B.¹, Kutcherov D.A.²

Saint Petersburg State University, Department of Entomology

e-mail: elena.lopatina@gmail.com¹, d.kutcherov@spbu.ru²

Abstract. Insect developmental time is mostly influenced by environmental temperature. Developmental rate (the reciprocal of developmental time) shows a linear relationship with temperature within the favorable thermal range. Abiotic and biotic environmental factors modify the thermal reaction norms for development and thus change the lower temperature threshold and the thermal sensitivity of development. In this communication, we consider various forms of plasticity of the thermal reaction norms for development and conclude that their photoperiodic plasticity is a specific form of regulation of seasonal cycles in insects.

Key words: temperature, photoperiod, developmental time, thermal threshold, thermal sensitivity

<u>Литвенкова И.А., Коханская С.П.</u> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКАРОФАУНЫ ПОЧВЕННЫХ КЛЕЩЕЙ И КЛЕЩЕЙ ДОМАШНЕЙ ПЫЛИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ	199
<u>Лопатина Е. Б., Кучеров Д.А.</u> ЗНАЧЕНИЕ ПЛАСТИЧНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НОРМ РАЗВИТИЯ В РЕГУЛЯЦИИ СЕЗОННЫХ ЦИКЛОВ НАСЕКОМЫХ	206
<u>Лукашук А.О., Салук С.В., Шлеменков В.И.</u> ПЕРВЫЙ СЛУЧАЙ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕРМИТОВ (ISOPTERA) В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	215
<u>Маковецкая Е.В., Шейко А.А.</u> НАХОДКА <i>WOHLFAHRTIA VIGIL</i> (WALKER, 1849) (DIPTERA: SARCOPHAGIDAE) В МИНСКЕ	219
<u>Мустафаева Г.А., Мустафаев Э.Д.</u> О ВИДОВОМ СОСТАВЕ ТЛЕЙ (HEMIPTERA: ARNIDOIDEA), ВРЕДЯЩИХ ПЛОДОВЫМ КУЛЬТУРАМ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ	222
<u>Мялик А.Н.</u> О НАХОДКЕ <i>MEGASCOLIA MACULATA</i> (DRURY, 1773) НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	227
<u>Найман О.А.</u> <i>ODONTOSCELIS LINEOLA</i> RAMBUR, 1839 И <i>EMBLETHIS VERBASI</i> (FABRICIUS, 1803) - РЕДКИЕ ВИДЫ НАСТОЯЩИХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (HEMIPTERA: HETEROPTERA) ДЛЯ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ	231
<u>Оголь И.Н.</u> СПЕКТР ДОБЫЧИ И СТРУКТУРА ПИЩЕВЫХ КОМКОВ ОСЫ <i>POLISTES DOMINULA</i> (HYMENOPTERA: VESPIDAE) В ГОРОДЕ ДОНЕЦКЕ	235
<u>Островский А.М.</u> РЕДКИЕ НАСЕКОМЫЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	245
<u>Панченко О.М., Маркина Т.Ю.</u> НОВЫЕ СПОСОБЫ СЕЛЕКЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУЛЬТУР НАСЕКОМЫХ	260
<u>Пименов С.В.</u> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕПЕЛЛЕНТОВ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОДАВЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ - ВРЕДИТЕЛЕЙ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ	263
<u>Пименов С.В.</u> ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВОГО СУБСТРАТА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ БУЛАВОУСОГО МУЧНОГО ХРУЩАКА И СУРИНАМСКОГО МУКОЕДА	267
<u>Пискунов В.И., Держинский Е.А., Мурашкевич К.Д.</u> К ФАУНЕ ВЫЕМЧАТОКРЫЛЫХ МОЛЕЙ (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE) ДНЕПРО-СОЖСКОГО ЗАКАЗНИКА (ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)	274
<u>Почобут М.В.</u> ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ В Г. ГРОДНО И ОКРЕСТНОСТЯХ	280
<u>Прищепчик О.В., Семенова А.А.</u> РЕГИСТРАЦИЯ ТЕМНОЙ ЛЕСНОЙ ПЧЕЛЫ (<i>APIS MELLIFERA MELLIFERA</i>) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ	286

Научное издание

**ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНТОМОЛОГИИ В
ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ**

Сборник статей
IV Международной научно-практической конференции
посвященной памяти Александра Михайловича Терёшкина
(1953–2020)

1–3 декабря 2021 г.,
Минск
Республика Беларусь

Ответственный за выпуск *А. Вараксин*

Подписано в печать 23.11.2021. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 25,23. Уч.-изд. л. 27,40.
Тираж 120 экз. Зак. 57.

Издатель: индивидуальный предприниматель А. Н. Вараксин.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/99 от 02.12.2013.

Полиграфическое исполнение: ОДО «Рэйплац».
Ул. Минина, 14, к. 45, 220014, Минск.