



Check for updates

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2021-13-4-438-459><http://zoobank.org/References/6CBEC876-DCC8-4DB2-84E0-9FC65499AA79>

УДК 595.763.79(631/635)

Влияние экологических факторов на фенологию и численность популяции двадцативосьмипятнистой коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* в условиях Приморского края

Е. А. Курдюкова¹✉, А. Б. Курдюков²¹Приморский филиал ФГБУ «ВНИИКР», Народный пр., д. 4, 690014, г. Владивосток, Россия²ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, проспект 100-летия Владивостока, д. 159, 690014, г. Владивосток, Россия

Сведения об авторах

Курдюкова Елена Александровна

E-mail: Certhia@yandex.ru

SPIN-код: 4245-5566

Курдюков Алексей Борисович

E-mail: Certhia2007@yandex.ru

РИНЦ AuthorID: 69461

Аннотация. Реализация потенциала к расселению на север двадцативосьмипятнистой картофельной коровки (ДКК) *Henosepilachna vigintioctomaculata*, в связи с переходом к питанию на культуре картофеля, ограничивается комплексным воздействием климатических факторов. С целью выявить меру связи между наблюдаемыми параметрами биологии и фенологии развития ДКК с погодными условиями Приморского края проведен анализ материалов двадцатилетних исследований, собранных в 1999–2018 гг. в различных районах края. Выполнены расчеты 136 попарных корреляций, из которых выявлено 22 статистически достоверных. По результатам анализа средние температуры воздуха на момент ухода на зимовку и выхода с нее у ДКК оказались на 2–4°C ниже, чем указаны в литературе: +11,2°C и +10,7°C соответственно. В годы с прохладной, дождливой осенью ДКК уходила на зимовку позже. Установлены зависимости между весом жуков при уходе на зимовку, показателем суровости зимы и их гибелью. Выживаемость ДКК на зимовке в разные годы составляла от 55–79 до 82–93%. Выход с зимовки определялся моментом перехода среднесуточных температур через пороговую величину, но не коррелировал со среднемесячным температурным фоном. К массовой яйцекладке, при позднем выходе на картофель, ДКК переходила быстрее. Общая продолжительность развития нового поколения ДКК составляла от 39 до 60 дней, сокращение этого периода происходит в основном за счет стадии развития в яйце. То есть возможность реализации второй генерации за сезон в условиях Приморского края ограничена. Наблюдаемые показатели численности ДКК были минимальны в начале вегетационного сезона, к концу июня они постепенно нарастали за счет концентрации из окружающих биотопов, резкий скачок численности имаго в начале июля связан с отрождением жуков нового поколения. Максимальная численность ДКК отмечена в сентябре. Показана положительная реакция роста численности имаго ДКК в ответ на повышение теплообеспеченности июня, напротив, обильные осадки оказывают на нее выраженное негативное влияние.

Права: © Авторы (2021). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Ключевые слова: двадцативосьмипятнистая картофельная коровка, фенология развития, зимовка, яйцекладка, жизненный цикл, численность, заселенность растений картофеля.

The influence of environmental factors on the phenology and population size of 28-spotted Potato Ladybird *Henosepilachna vigintioctomaculata* in Primorsky Territory

E. A. Kurdyukova¹✉, A. B. Kurdyukov

¹ Primorsky Branch of All-Russian Plant Quarantine Center, 4 Narodny Ave., 690014, Vladivostok, Russia

² FSC East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Ave., 690022, Vladivostok, Russia

Authors

Elena A. Kurdyukova

E-mail: Certhia@yandex.ru

SPIN: 4245-5566

Alexey B. Kurdyukov

E-mail: Certhia2007@yandex.ru

RSCI AuthorID: 69461

Abstract. The settling of 28-spotted Potato Ladybird (28SPL) *Henosepilachna vigintioctomaculata* in the North, with the transition to nutrition on potato crops, is limited by the complex impact of climatic factors. To identify the correlation between the weather conditions of the Primorsky Territory and the biological and phenological parameters in the development of 28SPL, we conducted the analysis of data collected over a twenty-year span (from 1999 to 2018) in various parts of the region. We carried out the calculation of 136 pairwise correlations, 22 of which turned out to be statistically significant. The analysis showed that the average air temperatures of 28SPL entering overwintering and on dormancy release were found to be 2–4°C lower than those stated in the literature: +11.2°C and +10.7°C, respectively. In the years with cool and rainy autumns, 28SPL enter overwintering later. We found the correlation between the weight of beetles entering overwintering, the index of winter severity and the beetle death during winter. The overwintering survival rate in different years ranged from 55–79 to 82–93%. The dormancy release takes place when the average daily temperatures pass the threshold value. However, it does not correlate with the average monthly temperature background. The mass egg-laying of 28SPL accelerates if the beetles reach potato crops later than usual. The development of the new 28SPL generation takes from 39 to 60 days. This period may last shorter at the stage of egg development. Thus, the possibility of producing the second generation per season in the Primorsky Territory is limited. The observed indices of the 28SPL abundance were minimal at the beginning of the growing season; they gradually increased by the end of June due to the concentration from the surrounding biotopes; a sharp increase in the abundance of adults in early July is associated with the emergence of a new generation of beetles. The abundance of 28SPL reaches its maximum by September. The study identified a positive correlation between the number of adult 28SPL and an increase in heat supply in June; on the contrary, heavy rainfall has a pronounced negative effect on the beetle population numbers.

Keywords: 28-spotted Potato Ladybird, phenology of development, wintering, egg-laying, life cycle, number, occupancy of potato crops.

Copyright: © The Authors (2021).
Published by Herzen State Pedagogical
University of Russia. Open access under
CC BY-NC License 4.0.

Введение

Двадцативосьмипятнистая картофельная коровка (ДКК) *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motschulsky, 1853 — аборигенный вид Дальнего Востока России, перешедший в начале XX в. к обитанию в агроценозах и превратившийся здесь в серьезного вредителя картофеля и других пасленовых, а также тыквенных культур, по вредоносности не уступающего колорадскому жуку. В связи с серьез-

ным экономическим ущербом, наносимым коровкой культуре картофеля, и возможностями ее акклиматизации в других регионах со сходными экологическими условиями (Смирнов 2010) в 2016 г. она была внесена в единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (от 30 ноября 2016 г. №158).

Для прогнозирования и оценки риска распространения вредителей и болезней необходимо принимать во внимание влияние различных факторов на развитие куль-

турных растений и их патогенов. Многолетние наблюдения за особенностями развития ДКК указывают на тесную взаимосвязь ее популяционных параметров с метеорологическими условиями года. В связи с этим актуальна необходимость строгого обоснования и выделения наиболее важных экологических факторов, влияющих на биологию коровки.

История экспансии ДКК у северной окраины ее ареала на юге Дальнего Востока России

Henosepilachna vigintioctomaculata (отряд Coleoptera; семейство Coccinellidae; подсемейство Epilachnidae) — типичный представитель маньчжурской фауны, приуроченный к области распространения смешанных и широколиственных лесов Дальнего Востока (Куренцов 1946). Мнение о том, что *H. vigintioctomaculata* является новым видом для фауны Дальнего Востока России, завезенным сюда в 1918–1922 гг. (Антипова 1952; Гусев 1953; Петина 1950), в дальнейшем не нашло подтверждения.

В России современный ареал ДКК охватывает Приморский край, Хабаровский край, Амурскую область, Южный Сахалин, Курильские острова (Кунашир), Еврейскую автономную область (Вавилов 1957; Кузнецов 1997; Шаблюковский 1964; Шаблюковский, Гусев 1964); через Дальний Восток проходит северная граница ее распространения (Иванова 1962; Михайлова 1970). За пределами России вид известен в Корее, Японии, Китае, Вьетнаме, Непале, Индии (Кузнецов 1993).

Расселение ДКК на восточных и западных склонах Сихотэ-Алиня происходит по меридиальной направленности (Коваленко 2006b; Кузнецов 1993; Михайлова 1970) и определяется своеобразием рельефа и географическим положением региона. Совпадение во многих случаях областей распространения ДКК и маньчжурской флоры и фауны служит подтверждением того, что коровка является типичным представителем этой фауны, о чем свидетельствует ее высокая численность в предпочитаемых биоценозах

соответствующих зоогеографических округов.

На юге Дальнего Востока ДКК распространена в лесной и лесостепной зонах (Кузнецов 1993). До начала земледельческой культуры в крае она обитала на растительности лесных полей, питаясь дикорастущими растениями преимущественно из семейств пасленовых (*Solanaceae*) и тыквенных (*Cucurbitaceae*), произрастающих спорадично и/или с небольшой численностью. Это являлось контролирующим численность коровки фактором. Антропогенная трансформация, связанная с сельскохозяйственным освоением земель, занятых широколиственными и смешанными лесами, сопровождалась значительными изменениями растительных сообществ и сопутствующей им фауны.

Разрушение естественных местообитаний повлекло за собой сокращение обилия одного из основных дикорастущих кормовых растений ДКК — гладианты сомнительной *Thladiantha dubia* (Иванова 1962; Красная книга... 1984), но уже с 1930-х гг. она стала отмечаться на культурном картофеле в южно-прибрежных и таежных районах Приморского края (Коваленко 2006b). Ранее связанная только с дикорастущими растениями, ДКК стала охотно поедать паренхимную ткань картофеля, повреждая его листья (Гиляров 1949; Кожанчиков 1951; Рубцов 1952; Самохвалов 1951; Смирнов 1953). Это новое для нее кормовое растение оказалось более питательным и благоприятным для развития насекомого, что привело к повышению ее плодовитости и жизнеспособности (Коваленко 2006b), а также сказалось на увеличении численности и распространении коровки на сельскохозяйственных землях, где она стала опасным и стабильным вредителем (Иванова 1954). С 60-х гг. к началу 2000-х гг. ДКК увеличила к северу свой ареал более чем на 200 км (Коваленко 2006a; Кузнецов 1993; Кузнецов, Ивлиев 1975; Михайлова 1970). Расширение ее ареала в Приморском крае связывают также с расширением сети и интенсивности грузоперевозок (Кузнецов 1993).

Популяционные параметры ДКК и их динамика формируются на фоне комплексного воздействия биотопических и климатических факторов. В большинстве проведенных исследований по изучению экологии этого вида основное внимание уделено влиянию на развитие ДКК микроклиматических условий в предпочитаемых ею станциях и отдельных погодных явлений (Бордукова 1967; Иванова 1954; 1962; Коваленко 2006а; 2006б; Кузнецов 1993; Кузнецов 1997; Мищенко 1940), что позволило выделить факторы, определяющие степень заражения полей этим видом, основные из которых — рельеф местности, растительность, влажность и температура воздуха (Иванова 1954; 1962). Однако при том, что наибольшие зараженность и повреждение культуры картофеля ДКК отмечаются в зонах освоения таежных и горно-таежных районов (Иванова 1954; 1962; Мищенко 1940), этот вредитель не избегает и открытых безлесных районов Приморского края, таких как Ханкайско-Раздольненская низменность и Приханкайская равнина (Кузнецов 1974). Следовательно, экологический потенциал вида существенно выше, чем обычно принято считать, а вопрос о влиянии климатических особенностей Приморского края на развитие, численность и процессы расселения ДКК в этой связи не теряет своей актуальности, но до сих пор изучен недостаточно.

Материалы и методика

На протяжении двадцати лет, с 1999 по 2018 гг., специалистами филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Приморскому краю проводились исследования по биологии и экологии ДКК в 17 административных районах Приморского края: Октябрьском, Уссурийском, Михайловском, Надежденском, Ханкайском, Кировском, Спасском, Анучинском, Чугуевском, Черниговском, Пограничном, Дальнереченском, Яковлевском, Лесозаводском, Шкотовском, Партизанском, Пожарском и в пригороде Артема. Их результаты публиковались в форме ежегодных обобщающих отчетов

(Обзор... 2014; 2016; 2017; Прогноз... 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2007; 2009; 2010; 2011; 2012; Фитосанитарный прогноз 2015). Эти многолетние материалы, дополненные собственными и еще неопубликованными данными филиала ФГБУ «Россельхозцентр» за 2018 г., составили основу для приведенного в данной работе статистического анализа, осуществленного с целью выявить меру связи между наблюдаемыми в 1998–2018 гг. параметрами биологии и фенологии развития картофельной коровки с погодными условиями Приморского края в этот период.

В статистический анализ были включены такие характеристики популяционных параметров ДКК, как: вес насекомых после зимовки и при уходе на зимовку (мг), гибель жуков на зимовке (%), плотность перезимовавших жуков (жук/кв. м), показатели основной (жук/растение, личинка/растение) и относительной (баллы, %) заселенности на разных этапах жизненного цикла картофельной коровки (при заселении полей до начала яйцекладки, в период отрождения личинок, после появления жуков нового поколения). Рассмотрены также временные сроки этапов жизненного цикла коровки, такие как начало яйцекладки, даты появления личинок, выхода с зимовки и массового выхода на культурный картофель, а также ухода на зимовку. Для характеристики погодных условий в 1998–2018 гг. использованы данные Росгидромета по метеостанциям «Свягино», «Кировский», «Тимирязевский» (Специализированные массивы 2021; Погода в России и мире... 2021). В анализ включены такие показатели, как количество выпавших атмосферных осадков (мм) за определенный период времени, температура воздуха (измеренная на высоте 2 м над землей, °С), высота снежного покрова (см).

Статистическая обработка проводилась с использованием программных пакетов Microsoft Office Excel 2010 и Statistica 7.0. Мера связи между сравниваемыми параметрами оценивалась с использованием непараметрического коэффициента корреляции Спирмена (R). Изменчивость по-

казателей оценивалась с помощью коэффициента вариации (CV, %) (Лакин 1990; Statistica... 2021).

Условия увлажнения разных лет оценивались с использованием коэффициента увлажнения (K_u), рассчитываемого по формуле Ю. А. Чирикова (Сверлова 1993): $K_u = (0,5R_{XII-III} + R_{IV-VI}) / (0,18\Sigma t_{IV-VI})$, где R — осадки за указанный месяц, Σt — сумма среднесуточных температур воздуха за указанные месяцы. Наряду с ним для оценки условий увлажнения за отдельные месяцы теплого сезона года применялся гидротермический коэффициент (ГТК), с использованием формулы Г. Т. Селянинова (Месяц 1989): $ГТК = 10R / \Sigma t$, где R (мм) — сумма осадков за рассматриваемый период, (Σt) — сумма температур за это же время. Оба этих показателя являются более точными показателями влагообеспеченности по сравнению с суммой осадков, так как в них учтена температура воздуха, в основном определяющая расходную сторону водного баланса — испарение.

Для оценки условий зимнего периода применялся показатель суровости зимы по А. М. Шульгину (1972), который рассчитывался по формуле: $K = T_m / C$, где T_m (°C) — средняя из абсолютных минимумов температура воздуха за самый холодный месяц, C (см) — средняя высота снежного покрова. При значении индекса суровости зимы $K < 1$ зима считается мягкой, при $1 < K < 3$ — суровой, при $K > 3$ — очень суровой.

Результаты и обсуждение

В современных условиях в Приморском крае, при достаточном количестве пищи и незначительном влиянии хищников и паразитов (Коваленко 2006а; Кузнецов, Ивлиев 1975), наиболее важными факторами для развития и размножения ДКК являются метеорологические условия (Викторов 1967; Горышин 1955; Данилевский 1950), которые становятся здесь основным регулятором ее численности.

ДКК является довольно теплолюбивым насекомым, которое входит в уссурий-

ско-японо-китайскую зоогеографическую группу палеархартического комплекса (Кузнецов 1975; Кузнецов 1993; Кузнецов 1997). В связи с этим одной из адаптаций ДКК к непредсказуемым климатическим событиям, таким как раннее начало фенологической зимы, является ранний уход ее на зимовку (в конце сентября — начале октября) и сравнительно поздний выход на кормовые растения весной (в конце апреля — мае), что позволяет ей избегать неблагоприятных погодных факторов, таких, например, как в 2001 и 2002 гг. В одном случае ранний снег и резкое похолодание уже в третьей декаде октября 2001 г., в другом — установившиеся на 40 дней раньше обычного зимние температуры и устойчивый снежный покров в холодный сезон 2002/2003 гг. не помешали ДКК уйти на зимовку в хорошем физиологическом состоянии, с оптимальным весом 36–40 мг. Исходя из анализа имеющихся данных (Обзор... 2014–2017; Прогноз... 2000–2012; Фитосанитарный прогноз 2015), среднесуточная температура воздуха на момент ухода жуков на зимовку в 2001–2016 гг. варьировала от +7,2 до +14,5°C, составляя в среднем +11,2°C.

Однако, чтобы достигнуть оптимального веса, ДКК может уходить на зимовку позже обычного. В качестве определяющего эти сроки фактора может выступать количество атмосферных осадков в период подготовки коровки к зимовке. Проведенный анализ имеющегося массива данных за 1998–2018 гг. позволил обнаружить статистически достоверную положительную корреляцию даты ухода жуков на зимовку с ГТК за август — сентябрь ($R = 0,65$; $p = 0,021$), а также с суммой осадков за август–октябрь ($R = 0,75$; $p = 0,005$) и, несколько меньшую, с суммой осадков за сентябрь ($R = 0,59$; $p = 0,044$). Из этого следует, что в годы с прохладной и дождливой осенью коровки уходят на зимовку достоверно позже.

За время подготовки к периоду зимнего покоя ДКК, по-видимому, чаще всего успевает набрать необходимый вес при самых разных погодных условиях. Об этом

свидетельствует отсутствие статистически достоверных связей между средним весом жуков при уходе на зимовку (мг) и такими показателями, как ГТК за август-сентябрь, а также числом дней без осадков в августе-сентябре, отражающих дождливость периода, длящегося от даты отрождения жуков последнего поколения до даты их ухода на зимовку. Теплая сухая осень, характерная для Приморского края, создает хорошие возможности для усиленного питания жуков перед уходом на зимовку. Тем не менее при экстремальных условиях, например таких как осенью 2000 г., отличавшейся многочисленными выше нормы осадками и понижением температурного режима на 3–5°C, жуки ушли на зимовку со средним весом заметно ниже средних, очевидно, оптимальных значений — 32–35 мг (Прогноз... 2000). В случае неблагоприятных погодных условий, если необходимый вес

достигнут не был, отмечалась повышенная гибель жуков. Была выявлена определенная отрицательная зависимость между весом имаго ДКК при уходе на зимовку (мг) и их гибелью на ее протяжении (%) ($R = -0,38$; $p = 0,065$) (рис. 1).

Известно, что низкие отрицательные температуры резко повышают гибель зимующих божьих коровок *Coccinellidae*, уже при температурах ниже -7°C гибель жуков может достигать 100% (Ma et al. 1997). При этом большое значение имеет также продолжительность воздействия низких температур (Коваленко 2006а; 2006б; Пантюхов, Босенко 1969). В экспериментах по изучению выживаемости зимующих азиатских божьих коровок *Harmonia axiridis* было установлено, что за первые пять месяцев покоя выживаемость снижается незначительно и резко падает только спустя семь месяцев зимовок (Ma et al. 1997).

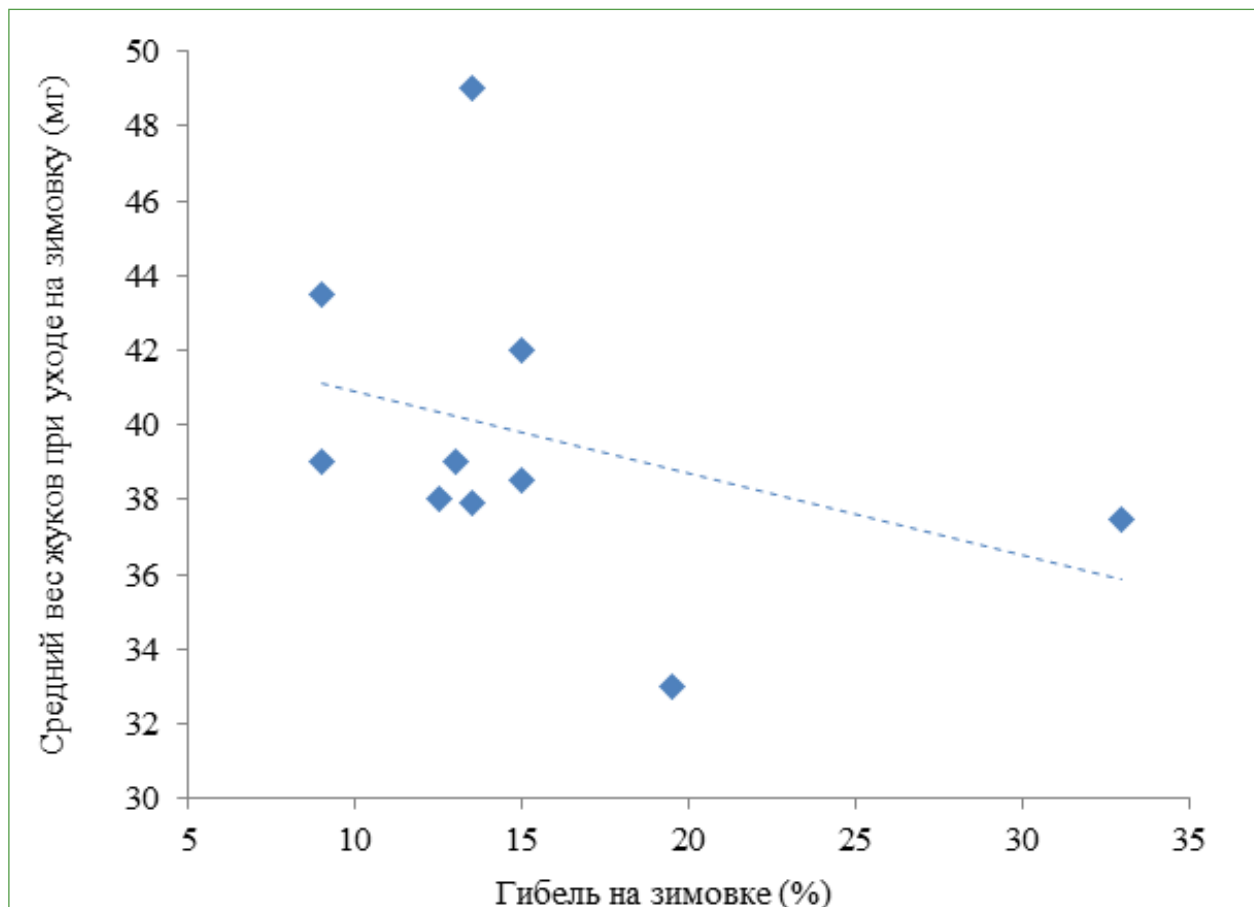


Рис. 1. Зависимость между средним весом жуков при уходе на зимовку (мг) и их гибелью на зимовке (%)

Fig. 1. Correlation between the average weight of beetles before hibernation (mg) and their death during overwintering (%)

Таблица 1

Характеристика климатических особенностей зимних сезонов в 1999–2018 гг.
Table 1
Climatic profiles of winter in 1999–2018

Год	Средняя высота снежного покрова	Средний из абсолютных минимумов, t°C	Показатель суровости зимы (К)	Характеристика зимы по показателю суровости (К)	Средняя t°C самого холодного месяца	Оценка степени суровости зимы по средней t°C самого холодного месяца
1999	16	-22,9	-1,43	суровая	-15,35	холодная
2000	39	-28,5	-0,73	мягкая	-21	очень холодная
2001	41	-30,9	-0,75	мягкая	-19,46	холодная
2002	21	-22,97	-1,09	суровая	-14,4	умеренно холодная
2003	25	-25,3	-1,01	суровая	-18,2	холодная
2006	13	-27,1	-2,08	суровая	-19,8	холодная
2008	19	-28,2	-1,48	суровая	-20,4	очень холодная
2009	14,3	-22,3	-1,56	суровая	-16,36	холодная
2010	41	-30,7	-0,75	мягкая	-17,9	холодная
2011	43,3	-29,03	-0,67	мягкая	-21,45	очень холодная
2012	19	-26,7	-1,40	суровая	-23	очень холодная
2013	30	-29,7	-0,99	мягкая	-20,6	очень холодная
2014	10,7	-26,7	2,50	суровая	-18,1	холодная
2015	32,3	-23,3	-0,72	мягкая	-16,66	холодная
2016	18,3	-25,8	-1,40	суровая	-17,6	холодная
2018	16,9	-27,6	-1,64	суровая	-19,14	холодная

За зимний период 1998–2018 гг. у жуков наблюдалась потеря массы тела в среднем на 16,4%, показатели которой снижались с 33–43,5 мг до 31–34 мг. Изменчивость этого показателя среди перезимовавших ДКК ($CV = 4,0\%$) была существенно меньше, чем перед уходом на зимовку ($CV = 9,8\%$), то есть к весне в живых оставались только жуки с приблизительно одним и тем же весом. Сходным образом в экспериментах была показана положительная роль подкормки на выживаемость вышедших с зимовки божьих коровок (Ma et al. 1997).

По результатам проведенных расчетов показано, что на успешность зимовки ДКК большое влияние оказывает такой показатель, как суровость зимы (К). Он складывается из таких переменных, как среднее из абсолютных минимумов температур воздуха за самый холодный месяц (январь) и средняя высота снежного покрова. Оба этих показателя определяют глубину промерзания почвы. При этом умеренно холодные, но малоснежные зимы нередко оказываются более суровыми, чем очень морозные, но с высоким снежным покровом (табл. 1). Установлена статистически

достоверная отрицательная связь между весом перезимовавших имаго ДКК (мг) и показателем суровости зимы ($R = 0,77$; $p = 0,044$), иными словами, при увеличении суровости зимних месяцев коровки больше теряли в весе.

С другой стороны, влияния на вес перезимовавших имаго ДКК остальных показателей условий зимовок, таких как средняя температура месяцев холодного сезона (с ноября по февраль), высота снежного покрова, сумма осадков за холодный период (ноябрь-март), по материалам многолетних исследований за 1998–2018 гг. обнаружить не удалось. Не установлено также связи между гибелью имаго этого вида на зимовке (%) и такими показателями, как среднемесячные температуры холодного периода (ноябрь-февраль), высота снежного покрова, сумма осадков за холодный период (ноябрь-март), показатель суровости зимы (К).

В целом показатели выживаемости на зимовках у ДКК в климатических условиях Приморского края довольно высокие. За период с 1999 по 2014 гг. они варьировали в разные годы от 55–79% до 82–93%, в среднем составив 84,8% (табл. 2). Это согласуется с данными экспериментального исследования выживаемости на зимовках *Harmonia axiridis*, где показано, что при

продолжительности экспозиции насекомыми 190 дней при температуре 0°C и относительной влажности 65–85% их выживаемость составляла 75,1–83,8% (Ma et al. 1997). На основании наших расчетов можно сделать вывод, что климатические особенности зимнего периода в Приморском крае не оказывают критического влияния на численность перезимовавших жуков ДКК, если они физиологически подготовились к зимовке, что также установлено для колорадского жука в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации (Журавлев 1976).

По результатам проведенного статистического анализа не отмечено зависимости показателей численности перезимовавших жуков ДКК (экз./м²) ни от температуры воздуха в разные месяцы холодного сезона (с ноября по февраль), ни от суровости зимы (К). В то же время обнаружена статистически значимая отрицательная связь между численностью перезимовавших имаго ДКК и такими показателями, как сумма осадков за зимний период (декабрь-февраль) ($R = -0,65$; $p = 0,017$) и за холодный период в целом (с ноября по март) ($R = -0,75$; $p = 0,003$), а также со средней высотой снежного покрова за зиму ($R = -0,70$; $p = 0,008$). Это можно объяснить тем, что верховодка,

Таблица 2
Гибель на зимовке и выживаемость (%) *Henosepilachna vigintioctomaculata*
в разные годы

Table 2
Winter mortality and survival (%) of *Henosepilachna vigintioctomaculata* in different years

Год	Гибель на зимовке, среднее (%)	Пределы	Выживаемость, среднее, %	Пределы
1999	33	21–45	67	55–79
2000	19,5	14–25	80,5	75–86
2002	12,5	7–18	87,5	82–93
2003	15	15	85	85
2006	9	8–10	91	90–92
2008	13,5	12–15	86,5	85–88
2009	9	8–36	91	64–92
2010	13	10–16	87	84–90
2011	15	15	85	85
2012	13,5	12–15	86,5	85–88
2014	14,5	14–15	85,5	85–86

образующаяся при таянии большого количества выпавшего за зиму снега, приводит к затоплению и гибели ДКК на местах зимовок. В связи с этим чем больше снега скапливается за зимний период, тем большее количество жуков гибнет при его таянии весной.

На время выхода жуков ДКК из мест зимовок влияют как климатические особенности местности, так и погодные условия конкретного года (рис. 2). В Приморском крае обычно это происходит в мае (Вульфсон 1936), по данным разных авторов — преимущественно либо в первой (Кузнецов 1993), либо во второй его половине (Иванова 1962), а самый ранний выход отмечен в конце апреля 1945 г. (Куренцов 1946). По данным за 1999–2018 гг. на случаи выхода ДКК с зимовки во вторую половину мая приходилось 55,6% наблюдений; а в более ранние сроки — 44,4%, из которых на последнюю декаду апреля и на первую половину мая приходится одинаковое число наблюдений. Наиболее ранний выход с зимовки ДКК отмечен в 1999 г. и 2009 г. — 25 и 27 апреля соответственно.

Основным фактором, определяющим время выхода коровки с мест зимовок, является температура. При сопоставлении сроков выхода ДКК в 1999–2018 гг. со среднесуточными температурами на момент ее выхода с зимовки, было обнаружено, что температура воздуха в этот период варьировала от +4,2 до +17,2°C, составив в среднем +10,7°C. Таким образом, начало активности ДКК в обозначенный период отмечено при средней температуре воздуха на 2–4°C ниже указанной в литературе (Горелов, Ламеко 1980; Иванова 1962). Если взять дату, когда график хода среднесуточной температуры устойчиво переходит через отметку +10,7°C, за дату ожидаемого выхода с зимовки, то окажется, что она статистически значимо коррелирует как с наблюдаемой датой начала выхода с зимовки ($R = +0,92$; $p = 0,0003$), так и датой массового выхода с зимовки ($R = +0,84$; $p = 0,0046$). В то же время так называемые «температурные качели» — колебания среднесуточной температуры для периода выхода ДКК с зимовки — в разные годы были достаточно велики. Из-за этого корреляций даты

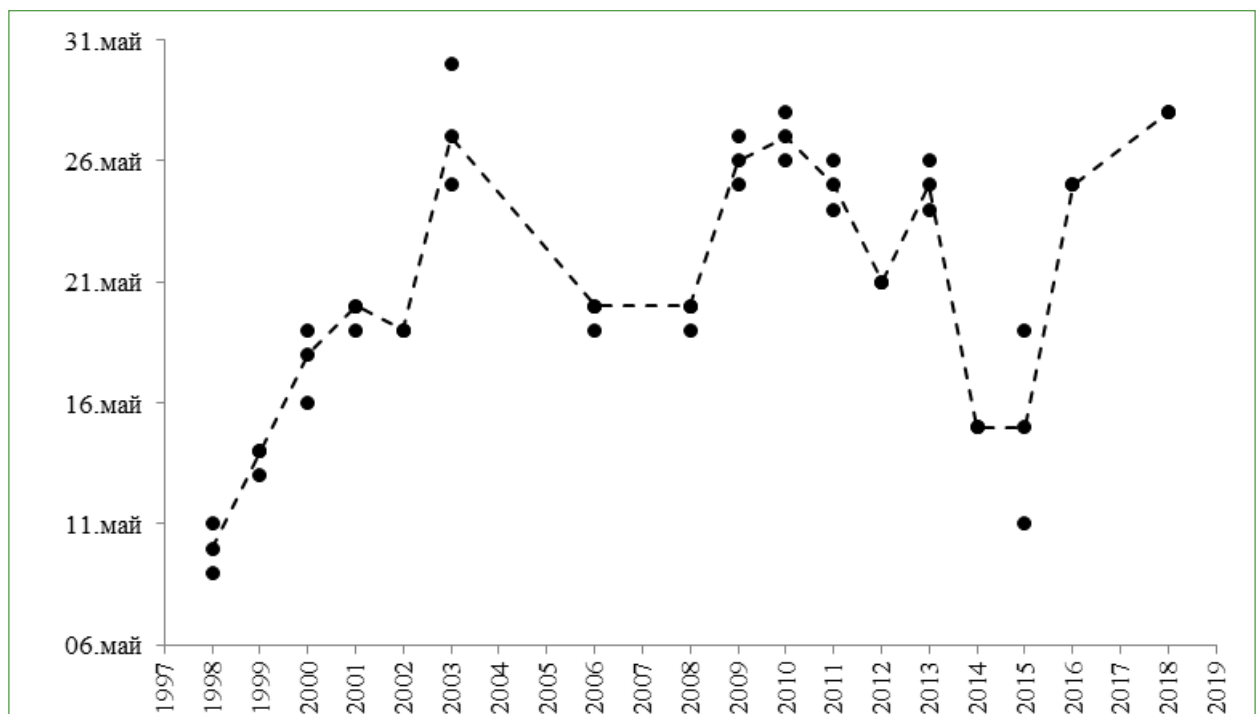


Рис. 2. Дата массового выхода *Henosepilachna vigintioctomaculata* с мест зимовки на картофельные поля

Fig. 2. Date of mass emergence of *Henosepilachna vigintioctomaculata* from overwintering places to potato plantations

выхода коровки с мест зимовки с общим температурным фоном весенних месяцев, выраженным через средние температуры апреля, мая и отдельно первой половины мая, выявить не удалось. Также не обнаружено связи между наблюдаемой датой выхода с зимовки и датой, на момент которой сумма положительных температур достигает 340°C (Горелов, Ламеко 1980).

Разница между датами выхода ДКК с зимовки и массового выхода на картофель варьировала от 4 до 29 дней, составив в среднем 10,4 дня. При раннем выходе эта разница была больше, в среднем доходя до 17,3 дня, а при выходе с зимовок во второй половине мая — уменьшалась, в среднем до 5 дней. По результатам проведенного анализа этот показатель не зависел от погодных особенностей весны, в частности от среднемесячной температуры мая. В то же время было обнаружено, что чем позднее жуки выходили с зимовки, тем быстрее они переходили с дикорастущих кормовых растений на картофель; корреляция между датой выхода жуков на растения и продолжительностью периода до перехода их на картофель — отрицательная и статистически высоко достоверная ($R = -0,92$; $p = 0,0004$). Это можно связать как со сроками появления всходов картофеля, так и с недружным выходом имаго картофельной коровки с мест зимовок.

Из-за того, что лесные зимовочные станции прогреваются неравномерно, время выхода ДКК с мест зимовок обычно длится две-три недели; также на затягивание выхода жуков влияет временное похолодание. Перед тем как переместиться на картофельные поля, жуки ДКК обычно держатся на цветущих дикорастущих растениях, расположенных вблизи зимовочных мест, выедавая цветы и почки.

Начало яйцекладки ДКК в 1998–2018 гг. приходилось на период с 31 мая по 15 июня, в среднем на 6 июня. Разница между датой массового выхода на картофель и датой первых яйцекладок варьировала от 8 до 27 дней, составив в среднем 17,4 дня. Было выявлено, что при более позднем массо-

вом выходе ДКК на картофель эта разница достоверно сокращается ($R = -0,64$; $p = 0,01$). Массовая яйцекладка наблюдалась обычно на 5–12 дней позже ее начала. Заселенность растений яйцекладками в июне варьировала от 7 до 27%, составив в среднем 16,4%. При анализе показателей заселенности зависимости от погодных особенностей июня обнаружено не было, в частности корреляции с коэффициентом увлажнения (K_u) первой половины года (январь-июнь). Максимальные показатели заселенности кустов картофеля яйцекладками достигали 30–50%. Количество яиц в кладке варьировало в разные годы от 10–17 до 20–55, а их среднее количество — от 15 до 37,5. Наибольшее количество яиц в кладке отмечено в 1999, 2000 и 2001 гг., наименьшее — в 2003 и 2010 гг. По проведенным расчетам не обнаружено связи количества яиц в кладке ни с одним из климатических параметров, характеризующих начало вегетационного периода, увлажнением (K_u и ГТК) и температурным режимом этих лет. Отмечена определенная тенденция к тому, что в годы, когда отмечались наиболее крупные кладки, показатели заселенности кустов картофеля яйцекладками были меньше, чем в годы с малым числом яиц в кладках. В последнем случае кладки оказывались более рассредоточенными по разным растениям.

Появление личинок ДКК в 1999–2018 гг. приходилось на период с 15 июня по 4 июля, в среднем на 24 июня. Для развития яиц (период между яйцекладкой и появлением личинок) требовалось от 5 до 31 дня, в среднем 15,7 дня. Была обнаружена отрицательная корреляция между среднесуточной температурой в период развития яиц и временем развития яиц ($R = -0,53$; $p = 0,06$). Окукливание личинок наблюдалось в период с 15 по 25 июля, в среднем 20 июля. В разные годы на развитие личинок уходило от 21 до 33 дней, в среднем 26,1 дня. Появление жуков нового поколения приходилось на период с 20 июля по 4 августа, в среднем на 26 июля. На развитие в стадии куколки уходило от 5 до 10 дней.

При анализе было выявлено, что фенология развития нового поколения картофельной коровки в большой степени задается датой массового выхода жуков на картофель. Обнаружена достоверная положительная корреляция между этим показателем и датами начала яйцекладки ($R = 0,75$; $p = 0,05$), массового появления личинок ($R = 0,68$; $p = 0,006$), окукливания ($R = 0,76$; $p = 0,05$). Таким образом, сроки развития коровки достаточно постоянны, и в случае затяжной весны и позднего выхода жуков на картофель сокращение продолжительности периода развития нового поколения вредителя возможно только в ограниченных пределах.

Общая продолжительность развития нового поколения ДКК в 1999–2018 гг. (от яйцекладки до появления жуков) занимала от 39 до 60 дней, в среднем 47,5 дня. Поскольку от времени появления жуков нового поколения до их ухода на зимовку в разные годы остается от 31 до 71 дня, в среднем 60,4 дня, возможности реализации второй генерации вредителя в условиях Приморского края довольно ограничены. В конце июля — августе начинается увядание листвы на многих сортах картофеля, за исключением поздних, что ведет к сокращению кормовой базы вредителя. Кроме того, при позднем отрождении жуков второй генерации у них остается совсем мало времени на подготовку к зиме. Это хорошо согласуется с имеющимися данными о том, что на юге Приморского края ДКК развивается в одном поколении и лишь в центральных районах края частично дает вторую генерацию (Коваленко 2006а, 2006б; Кузнецов 1993). В то же время в Японии, Корее и Китае за лето могут развиваться 2–3 генерации. Таким образом, количество поколений ДКК зависит от средней температуры теплого сезона и его продолжительности, чем выше среднемесячные температуры в течение сезона размножения и больше его длительность, тем больше картофельная коровка дает поколений, что служит еще одним неоспоримым доказательством южного происхождения вида.

Численность имаго ДКК в начале вегетативного сезона, как правило, имела минимальные значения. По анализируемым данным, в 1998–2018 гг. в конце мая — начале июня ее показатели варьировали в разные годы от 0,5–0,8 до 1–10 жуков/растение (рис. 3). В последующем, по мере роста кустов картофеля, в конце июня — начале июля заселенность жуков/растение возросла на 16,5–500%, когда в разные годы было учтено от 2–3 до 3–15 жуков/растение. Поскольку появление новых поколений жуков начинается только со второй декады июля, очевидно, что такое увеличение показателей численности коровки на культурном картофеле обусловлено ее концентрацией из окружающих биотопов. Со второй половины июля, с отрождением жуков нового поколения, по сравнению с предыдущим периодом показатели заселенности возросли еще на 12,5–157%, составляя в разные годы от 1–3 до 5–15 жуков/растение. В большинстве случаев рост численности имаго ДКК на 20–260% по сравнению со второй половиной июля продолжался и в августе. В отдельных случаях отмечено и снижение численности жуков на 60–72%, что вызвано, очевидно, ранним усыханием ботвы картофеля в годы, неблагоприятные для культуры по метеорологическим условиям.

Показатели заселенности для августа в разные годы варьировали от 1–6 до 5–22 жуков/растение. В сентябре более чем в половине случаев отмечено дальнейшее увеличение численности имаго ДКК, достигающей к этому времени своего максимума. В разные годы в этот период было учтено от 2–8 до 10–35 жуков/растение. От начала к концу сезона размножения в 1998–2018 гг. показатели численности ДКК увеличивались в 1,5–12,9 раза, в среднем в 5 раз.

Максимальные показатели численности ДКК достигали 15–25 жуков/растение в конце мая — начале июня и 30–40 жуков/растение в сентябре. Высокая численность вредителя отмечена на частных посадках картофеля. По некоторым наблюдениям, в

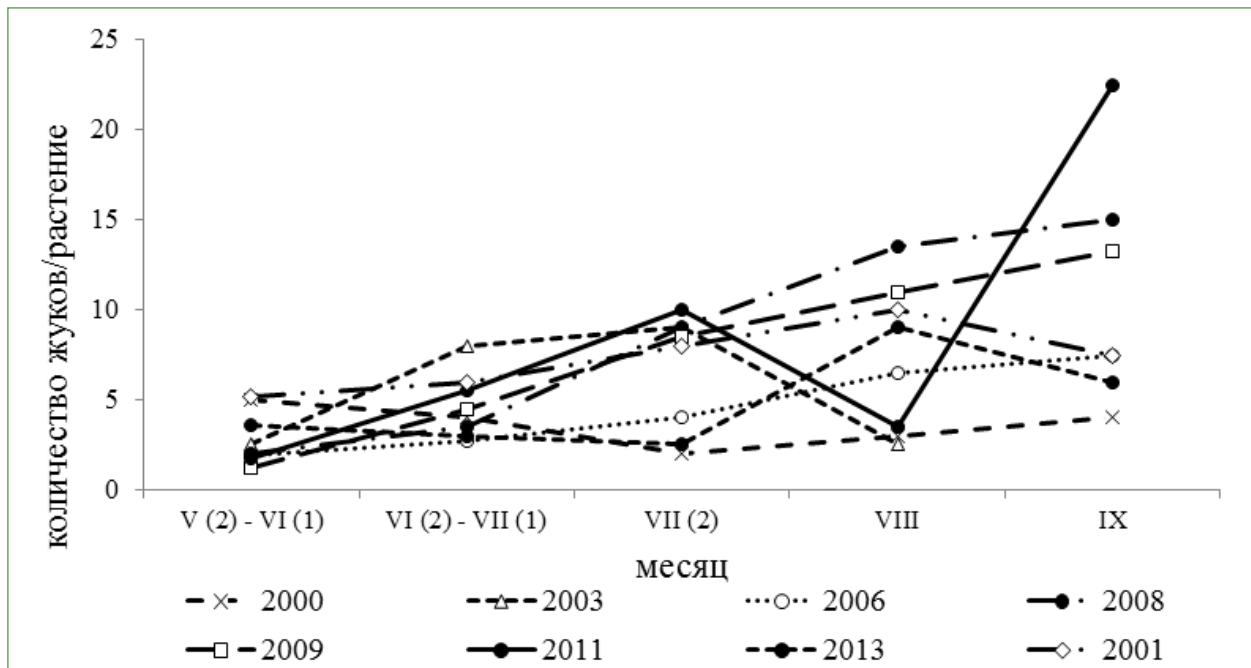


Рис. 3. Сезонная динамика обилия имаго *H. vigintioctomaculata* в разные годы
Fig. 3. Seasonal dynamics of the abundance of *H. vigintioctomaculata* imago in different years

конце мая — начале июня она была здесь в 5,3–8,1 раза выше, чем на производственных посадках, в конце июля — в 3,1 раза, в сентябре — в 10 раз. Сходным образом по краю картофельного поля показатели численности были в 9 раз выше, чем в его центральной части.

По материалам многолетнего мониторинга в 1998–2018 гг. была выявлена положительная реакция ДКК на теплообеспеченность июня. Обнаружена положительная корреляция средних показателей заселенности жуков в конце июня — начале июля со среднемесячной температурой июня ($R = 0,74$; $p = 0,058$), то же прослеживалось и при использовании в расчетах максимальных показателей заселенности картофеля этим вредителем ($R = 0,8$; $p = 0,032$). Причем обильные осадки в это время оказывали негативное влияние на количественные популяционные показатели данного вида. Это было показано как при использовании коэффициентов увлажнения (K_u) вегетативного сезона до мая и до июня, так и при применении в расчетах суммы осадков в июне. Отрицательная корреляция выявлена между нижними показателями заселенности ДКК и коэффициентом увлажнения за май ($R = -0,6$;

$p = 0,05$) и за июнь ($R = -0,98$; $p = 0,0001$), средними показателями заселенности и коэффициентом увлажнения за июнь ($R = -0,73$; $p = 0,064$), верхними показателями заселенности и коэффициентом увлажнения за июнь ($R = -0,71$; $p = 0,074$). Отрицательно на верхних ($R = -0,7$; $p = 0,086$) и средних ($R = -0,68$; $p = 0,093$) показателях заселенности картофельной коровки сказывалось увеличение суммы осадков за июнь.

Показатель обилия личинок ДКК в 1998–2018 гг. варьировал в разные годы: от 2–3 до 12–20 личинок/растение в конце июня — начале июля; и от 0,5–7 до 10–15 личинок/растение — в конце июля. Мы не обнаружили ни одной статистически значимой зависимости обилия личинок от климатических особенностей для периода их развития, таких как среднемесячная температура и сумма осадков.

Многолетняя изменчивость относительной заселенности растений картофеля имаго ДКК, по данным многолетнего мониторинга за 1998–2018 гг., имела свои особенности на разных стадиях жизненного цикла этого вредителя. Весной, до начала яйцекладки, она варьировала в разные по климатическим условиям годы заметно сильнее, чем на более поздних стадиях

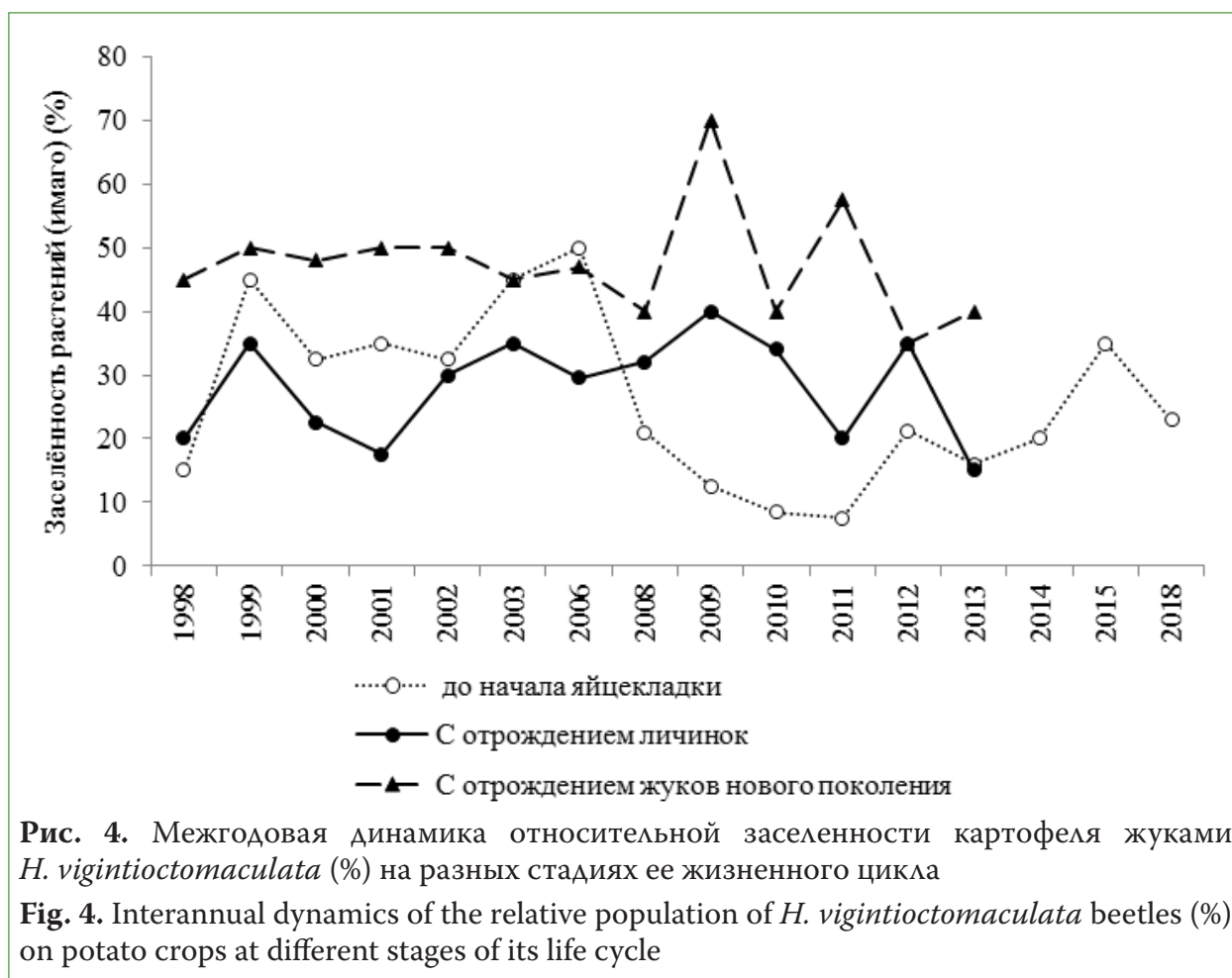


Рис. 4. Межгодовая динамика относительной заселенности картофеля жуками *H. vigintioctomaculata* (%) на разных стадиях ее жизненного цикла

Fig. 4. Interannual dynamics of the relative population of *H. vigintioctomaculata* beetles (%) on potato crops at different stages of its life cycle

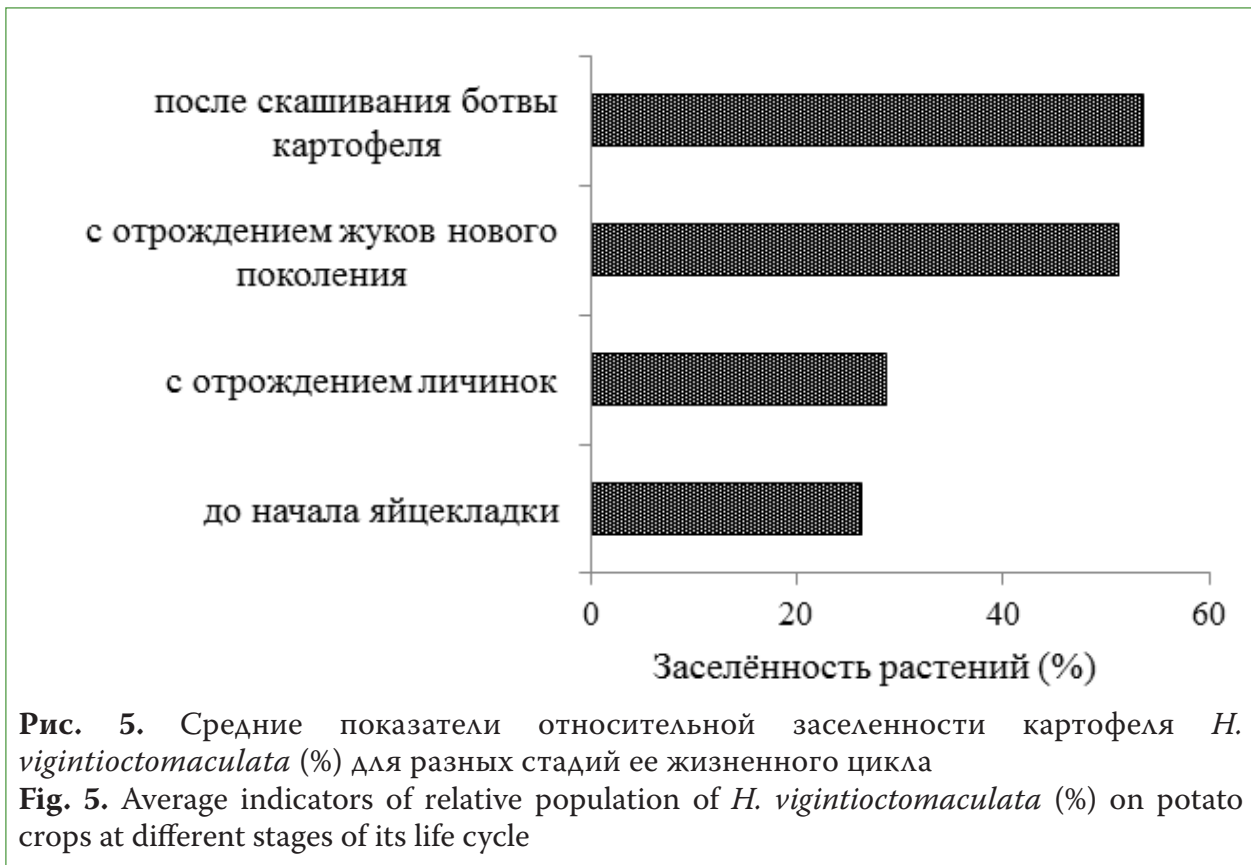
жизненного цикла насекомого — отрождения личинок и отрождения жуков нового поколения (рис. 4). Если в начальный период, до начала яйцекладки, она изменялась по годам от 5–10% до 30–70% ($CV = 51\%$), то на период отрождения личинок — от 5–30% до 30–50% ($CV = 29,1\%$), а на период отрождения жуков нового поколения — от 30–40% до 60–75% ($CV = 23\%$). В период отрождения жуков нового поколения высокие показатели относительной заселенности имаго ДКК отмечены и на других культурах: от 20–30% до 50–80% — на посадках прочих пасленовых и 30–40% — на посадках бахчевых культур.

В целом, по многолетним данным, средние показатели относительной заселенности картофеля имаго ДКК были минимальны на начальной стадии развития вредителя — до начала яйцекладки. Они сохранялись примерно на этом уровне до отрождения личинок и их окукливания, когда отмечался лишь незначительный их

рост — на 9,5%. Существенный скачок заселенности (на 78,4%) отмечен с отрождением жуков нового поколения, после чего она сохранялась на этом уровне вплоть до скашивания ботвы картофеля (рис. 5). Как и в случае применения показателей основной заселенности ДКК, показатели относительной заселенности растений картофеля были заметно выше среди частных посадок этой культуры (от 23 до 100%, в среднем 53,5%), чем на производственных площадях (от 5 до 100%, в среднем 23,8%).

Выводы

В ходе долговременных исследований особенностей биологии и экологии ДКК, выполненных специалистами филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Приморскому краю за период с 1999 по 2018 г., были получены уникальные данные, позволяющие рассмотреть динамику различных связанных с популяционной демографией этого вида параметров в зависимости от



метеорологических условий разных лет. Такие материалы невозможно получить на основе данных кратковременных исследований. После 2018 г. эта программа по мониторингу была свернута, а ее результаты, разбросанные в большой серии ежегодных летописных обзоров, не были обобщены. С целью восполнить этот пробел нами была произведена статистическая обработка многолетних данных. Были проведены расчеты 136 попарных корреляций, из которых выявлены 22 статистически достоверные взаимосвязи параметров биологии, а также фенологии развития ДКК и климатических факторов в местах ее обитания. По результатам этой работы были сделаны следующие выводы.

Как представитель теплолюбивого палеарктического комплекса уссурийско-японо-китайской зоогеографической группы ДКК сравнительно рано уходит на зимовку и поздно выходит из нее. В работе было показано, что температура воздуха на момент ухода ДКК на зимовку составляла от +7,2 до +14,5°C, в среднем +11,2°C, а на момент ее выхода с зимовки — от +4,2 до

+17,2°C, в среднем +10,7°C. Эти значения оказались заметно ниже, чем приводимая в публикациях пороговая температура воздуха, ниже которой происходит замедление биохимических и физиологических реакций организма — не менее +13...+15°C. В годы с прохладной и дождливой осенью ДКК уходила на зимовку достоверно позже. Положительные корреляции даты ухода с гидротермическим коэффициентом и суммой осадков за предосенний и осенний периоды оказались статистически достоверными.

За время подготовки к периоду зимнего покоя имаго ДКК, независимо от погодных условий осени, как правило, успевали набрать необходимый вес. В случае, когда необходимый вес достигнут не был, наблюдалась повышенная гибель на зимовке, о чем свидетельствует отрицательное соотношение этих переменных. Установлено, что изменчивость массы тела у перезимовавших жуков существенно меньше, чем перед их уходом на зимовку. Обнаружено, что при увеличении суровости зимних месяцев ДКК больше теряли в весе.

Показано, что между гибелью ДКК на зимовке и такими показателями, как среднемесячные температуры холодного периода, высота снежного покрова, сумма осадков за холодный период (ноябрь-март), прямой связи не наблюдается. Отсюда можно сделать вывод, что климатические особенности зимнего периода в Приморском крае не оказывают существенного влияния на численность перезимовавших жуков ДКК, если они физиологически подготовились к зимовке. Об этом же свидетельствует достаточно высокая выживаемость на зимовках, которая варьировала в разные годы от 55–79 до 82–93%, в среднем составив 84,8%. Это же справедливо в отношении численности перезимовавших имаго ДКК, которая не зависела ни от температуры воздуха в разные месяцы холодного сезона, ни от показателей суровости зимы. В то же время выраженное отрицательное влияние на показатели обилия коровок в период выхода с зимовки оказывает количество осадков за зимний (холодный) период. Вероятно, это вызвано повышенной гибелью жуков после многоснежных зим из-за большого количества верховодки, образующейся при таянии снега.

Период выхода ДКК с зимовки, обычно растянутый на две-три недели, в разные годы приходился на разные сроки. Корреляции даты ожидаемого выхода с зимовки (устойчивого перехода среднесуточной температуры через отметку $+10,7^{\circ}\text{C}$) с датами наблюдаемого выхода с зимовки ($R = +0,92$; $p = 0,0003$) и массового выхода с зимовки ($R = +0,84$; $p = 0,0046$) статистически достоверны. С другой стороны, из-за больших «температурных качелей» — колебаний температурного фона апреля и мая — корреляции даты выхода с зимовки со средними за месяц показателями среднесуточных температур, а также с моментом, когда сумма положительных температур достигала 340°C , обнаружить не удалось. Период между датами выхода с зимовок и массовым выходом на картофель менялся от 4 до 29 дней, при раннем выходе он был более продолжительным,

достоверно сокращаясь в случае более позднего выхода с зимовки.

Массовая яйцекладка обычно наблюдалась спустя 5–12 дней после ее начала. Чем позже коровки выходили на картофель, тем быстрее они приступали к яйцекладке, такая зависимость была статистически достоверной. Заселенность растений яйцекладками в июне варьировала от 7 до 27%. Погодные особенности, характеризующиеся коэффициентом увлажнения первой половины года, не имели для этого показателя определяющего значения. Также не обнаружено связи количества яиц в кладке ни с одним из климатических параметров.

Для развития яиц требовалось от 5 до 31 дня, с ростом среднесуточной температуры продолжительность этого периода достоверно сокращалась. Период развития личинок был намного более постоянным, в разные годы на него уходило от 21 до 33 дней. На развитие в стадии куколки уходило от 5 до 10 дней. Фенология развития новых поколений ДКК задавалась, в большой степени, датой массового выхода жуков на картофель. Обнаружена достоверная положительная корреляция между этим показателем и датой начала яйцекладки, датой массового отрождения личинок, датой окукливания. Таким образом, сроки развития коровки в целом достаточно постоянны в случае как затяжной весны, так и позднего выхода жуков на картофель, сокращение периода развития новых поколений вредителя возможно только в ограниченных пределах. Общая продолжительность развития новых поколений ДКК (от яйцекладки до отрождения жуков нового поколения) занимала от 39 до 60 дней, в среднем 47,5 дня. В связи с тем, что от времени отрождения жуков нового поколения до их ухода на зимовку в разные годы остается от 31 до 71 дня, в среднем 60,4 дня, возможности реализации второй генерации вредителя в условиях Приморского края сильно ограничены.

Показатели численности имаго ДКК на кустах картофеля минимальны в начале вегетативного сезона. По мере развития этой

культуры, к концу июня — началу июля, они возрастали в связи с концентрацией вредителя на полях, распределяющегося сюда из окружающих биотопов. С отрождением жуков нового поколения, со второй половины июля, происходил новый скачок численности имаго, который в большинстве случаев продолжался и в августе. В сентябре дальнейший рост численности, достигающей к этому периоду своего пика, продолжался более чем в половине случаев. В целом к концу сезона размножения показатели обилия ДКК увеличивались в 1,5–12,9 раза, в среднем в 5 раз.

Результаты многолетнего мониторинга в 1998–2018 гг. демонстрируют положительную реакцию, выражающуюся в повышении численности жуков, на теплообеспеченность июня. С другой стороны, обильные осадки в конце июня — начале июля оказывали негативное влияние на численность ДКК. Это показано как с использованием коэффициента увлажнения за май и июнь, так и при применении в качестве показателя суммы осадков в июне.

Средние показатели заселенности картофеля имаго ДКК минимальны на начальной стадии развития — до начала яйцекладки. Они сохранялись примерно на этом уровне

до отрождения личинок и их окукливания, отмечен лишь незначительный их рост — на 9,5%. Более существенный скачок заселенности (на 78,4%) отмечен с отрождением жуков нового поколения, после чего она оставалась на этом уровне вплоть до скашивания ботвы картофеля.

Многолетняя изменчивость заселенности растений картофеля имаго ДКК до начала яйцекладки варьировала в разные по климатическим условиям годы заметно сильнее, чем на более поздних стадиях жизненного цикла насекомого — в период отрождения личинок и отрождения жуков нового поколения. Если до начала яйцекладки она изменялась по годам от 5–10% до 30–70% ($CV = 51\%$), то на период отрождения личинок — от 5–30% до 30–50% ($CV = 29,1\%$), а на период отрождения жуков нового поколения — от 30–40% до 60–75% ($CV = 23\%$).

Благодарности

Благодарим за оказанное содействие, а также помощь при разработке темы и предоставленные материалы «Обзоров...» (2014–2017) и «Прогнозов...» (2000–2012) Игоря Николаевича Саватеева и Сергея Леонидовича Ершова.

Литература

- Антипова, Л. К. (1952) *Устойчивость видов и сортов картофеля к картофельной коровке. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.* Ленинград, Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, Всесоюзный институт растениеводства, 19 с.
- Бордукова, М. В. (1967) *Определитель болезней и вредителей картофеля и меры борьбы с ними.* М.: Колос, с. 194–195.
- Бородин, А. М. (ред.). (1984) *Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Т. 2.* 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лесная промышленность, 480 с.
- Вавилов, Л. Н. (1957) 28-пятнистая коровка — опасный вредитель картофеля. *Защита растений от вредителей и болезней*, № 1, с. 53.
- Викторов, Г. А. (1967) *Проблемы динамики численности на примере вредной черепашки.* М.: Наука, 271 с.
- Вульфсон, Р. И. (1936) К биологии 28-точечной картофельной коровки в Дальневосточном крае. В кн.: *Вестник Дальневосточного филиала Академии наук СССР. Вып. 19.* Владивосток: Дальгиз, с. 153–164.
- Гиляров, М. С. (1949) О наследственном изменении инстинкта у насекомых. *Агробиология*, № 5, с. 141–142.
- Горелов, О. Н., Ламеко, Л. Ф. (1980) Прогноз сроков борьбы с картофельной коровкой. *Информационный лист.* Владивосток: [б. и.], 6 с.
- Горышин, Н. И. (1955) Соотношение светового и температурного факторов в фотопериодической реакции насекомых. *Энтомологическое обозрение*, т. 34, с. 9–13.

- Гусев, Г. В. (1953) *Картофельная коровка и меры борьбы с ней*. Южно-Сахалинск: Сахалинский филиал АН СССР, 16 с.
- Данилевский, А. С. (1950) Температурные условия реактивации диапазирующих стадий насекомых. *Труды Ленинградского общества естествоиспытателей*, т. 70, № 4, с. 90–107.
- Журавлев, В. Н. (1976) Экологическое обоснование специфики определения потерь урожая от колорадского жука (*Leptinotarsa desemlineata* Say) на самой северной окраине его ареала. В кн.: И. Д. Шапиро (ред.). *Вопросы экологии вредных насекомых*. Вып. 48. Л.: ВИЗР, с. 84–90.
- Иванова, А. Н. (1954) *Картофельная коровка и меры борьбы с ней*. Владивосток: Приморское книжное издательство, 16 с.
- Иванова, А. Н. (1962) *Картофельная коровка на Дальнем Востоке*. Владивосток: Приморское книжное издательство, 54 с.
- Коваленко, Т. К. (2006а) *Биология картофельной коровки Henosepilachna vigintioctomaculata (Coleoptera) и ее паразита Nothoserphus afissae (Hymenoptera) в Приморском крае. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Владивосток, Биолого-почвенный институт ДВО РАН, 20 с.
- Коваленко, Т. К. (2006б) *Биология картофельной коровки Henosepilachna vigintioctomaculata (Coleoptera) и ее паразита Nothoserphus afissae (Hymenoptera) в Приморском крае. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук*. Владивосток: Биолого-почвенный институт ДВО РАН, 142 с.
- Кожанчиков, И. В. (1951) Пищевая специализация и значение ее в жизни насекомых. *Энтомологическое обозрение*, т. 31, № 3–4, с. 323–335.
- Кузнецов, В. Н. (1974) Растительноядные коровки (Coleoptera; Coccinellidae) в Приморском крае. *Защита сельскохозяйственных растений от вредителей и болезней*, № 2, с. 3–17.
- Кузнецов, В. Н. (1975) Зоогеографический анализ фауны кокцинеллид (Coleoptera; Coccinellidae) Приморского края. В кн.: Л. А. Ивлиев (ред.). *Энтомофаги советского Дальнего Востока*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, с. 153–155.
- Кузнецов, В. Н. (1993) *Жуки-кокцинеллиды (Coleoptera; Coccinellidae) Дальнего Востока России: в 2 ч.* Владивосток: Дальнаука, 334 с.
- Кузнецов, В. Н. (1997) *Кокцинеллиды (Coleoptera; Coccinellidae) Дальнего Востока России: фауна, экология, хозяйственное значение. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук*. Владивосток: Биолого-почвенный институт ДВО РАН, 48 с.
- Кузнецов, В. Н., Ивлиев, Л. А. (1975) Природные популяции растительноядных коровок (Coleoptera; Coccinellidae) — возможных переносчиков фитопатогенных вирусов в агроценозах Приморья. В кн.: Г. П. Сомов, В. Д. Костин. *Вирусологические исследования на Дальнем Востоке*. Вып. 2. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, с. 110–113.
- Куренцов, А. И. (1946) Новые данные по биологии картофельной коровки. В кн.: *Труды Горнотаежной станции им. В. А. Комарова*. Т. 5. Владивосток: Примиздат, с. 257–266.
- Лакин, Г. Ф. (1990) *Биометрия*. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 352 с.
- Месяц, В. К. (ред.). (1989) *Сельскохозяйственный энциклопедический словарь*. М.: Советская энциклопедия, 659 с.
- Михайлова, Л. А. (1970) К вопросу о северной границе распространения картофельной коровки (*Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch.). В кн.: *Энтомологические исследования на Дальнем Востоке*. Вып. 2. Двукрылые Дальнего Востока. Владивосток: [б. и.], с. 67–70.
- Мищенко, А. И. (1940) *Насекомые-вредители полевых и овощных культур Дальнего Востока*. Хабаровск: Дальгиз, с. 143–145.
- Обзор фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур и прогноз распространения вредителей, болезней и сорняков в Приморском крае на 2014 год. (2014) Владивосток: Россельхозцентр по Приморскому краю, с. 61–63.
- Обзор фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году и меры борьбы с ними. (2016) Владивосток: Россельхозцентр по Приморскому краю, с. 41–42.
- Обзор фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур в 2016 году и прогноз развития вредных объектов в 2017 году и меры борьбы с ними. (2017) Владивосток: Россельхозцентр по Приморскому краю, с. 27.
- Пантюхов, Г. А., Босенко, А. И. (1969) О картофельной коровке. *Защита растений*, № 2, с. 51.
- Петина, А. Н. (1950) Разработка химических мер борьбы с картофельной коровкой на основе биоэкологических особенностей вредителя. В кн.: Б. М. Чумакова (ред.). *Краткий отчет научно-исследовательской работы в области защиты урожая сельскохозяйственных культур Приморья за 1949 год*. Владивосток: [б. и.], 12 с.

- Погода в России и мире, прогноз погоды от Метеоцентра. (2021) *Метеоцентр*. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteocenter.net> (дата обращения 21.03.2021).
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2000 году и меры борьбы с ними. (2000) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 25–27.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2001 году и меры борьбы с ними. (2001) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 27–29.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2002 году и меры борьбы с ними. (2002) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 26–27.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2003 году и меры борьбы с ними. (2003) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 39–40.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2004 году и меры борьбы с ними. (2004) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 43–44.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2007 году и меры борьбы с ними. (2007) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 43–44.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2009 году и меры борьбы с ними. (2009) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 50–51.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков, меры борьбы с ними и районированные сорта сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2010 году. (2010) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 57–59.
- Прогноз фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур по Приморскому краю на 2011 год и основные направления деятельности семеноводства и сертификация семян. (2011) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 47–48.
- Прогноз распространения главных вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Приморском крае на 2012 год. (2012) Владивосток: Приморская краевая станция защиты растений, с. 62–64.
- Рубцов, И. А. (1952) О возникновении и наследовании приобретённых в онтогенезе пищевых реакций у насекомых. *Успехи современной биологии*, т. 34, № 1, с. 29–46.
- Самохвалова, Г. В. (1951) Получение наследственных изменений у тлей при перемене кормовых растений. *Журнал общей биологии*, т. 12, № 3, с. 176–191.
- Сверлова, А. И. (1993) *Методы оценки агроклиматических условий, прогнозов урожайности и качества сельскохозяйственных культур Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук*. М., Хабаровский филиал Росгидрометцентра, 36 с.
- Смирнов, Е. С. (1953) О наследовании приобретённых свойств у животных. В кн.: В. П. Герасимов (ред.). *Вопросы мичуринской биологии*. Вып. 3. М.: Учпедгиз, с. 141–180.
- Смирнов, Ю. В. (2010) *Анализ фитосанитарного риска картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motsch.) для территории Российской Федерации*. М.: ВНИИКР, 41 с.
- Специализированные массивы. (2021) *Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации*. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteo.ru> (дата обращения 21.03.2021).
- Фитосанитарный прогноз распространения главных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Приморском крае в 2014 году и прогноз развития вредных объектов в 2015 году. (2015) Владивосток: Россельхозцентр по Приморскому краю, с. 45–47.
- Шаблюковский, В. В. (1964) Двадцативосьмипятнистая картофельная коровка. В кн.: И. Я. Полякова, А. Е. Чумакова (ред.). *Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в СССР в 1963 г.* Ленинград: [б. и.], с. 301–304.
- Шаблюковский, В. В., Гусев, Г. В. (1964) Картофельная коровка. *Защита растений*, № 2, с. 24–25.
- Шульгин, А. М. (1972) *Климат почвы и его регулирование*. 2-е изд. Л.: Гидрометеиздат, 341 с.
- Ma, Ch., He, Y., Zhang, G., Chen, Y. (1997) Effects of temperature and relative humidity on survival of the overwintering Asian Coccinellids. *Harmonia axyridis*. *Acta Ecologica Sinica*, vol. 17, no. 1, pp. 23–28.
- Statistica: Data Mining, анализ данных, контроль качества, прогнозирование, обучение, консалтинг. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.statsoft.ru> (дата обращения 21.03.2021).

References

- Antipova, L. K. (1952) *Ustojchivost' vidov i sortov kartofelya k kartofel'noj korovke [Resistance of cultivars and varieties of potatoes to the Potato Ladybird]. Extended abstract of PhD dissertation (Biology)*. Leningrad, Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences, The Institute of Plant Industry, 19 p. (In Russian)
- Bordukova, M. V. (1967) *Opredelitel' boleznej i vreditelej kartofelya i mery bor'by s nimi [Keys to diseases and pests of potatoes and measures to control them]*. Moscow: Kolos Publ., pp. 194–195. (In Russian)
- Borodin, A. M. (ed.). (1984) *Krasnaya kniga SSSR. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoventiya vidy zhivotnykh i rastenij [Red Book of the USSR. Rare and endangered species of animals and plants]. Vol 2. 2nd ed., rev. and compl.* Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 480 p. (In Russian)
- Danilevskij, A. S. (1950) Temperaturnye usloviya reaktivatsii diapaziruyushchikh stadij nasekomykh [Temperature conditions for reactivation of insect at diapause stages]. *Trudy Leningradskogo obshchestva estestvoispytatelej*, vol. 70, no. 4, pp. 90–107. (In Russian)
- Fitosanitarnyj prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditelej i boleznej sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2014 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2015 godu [Phytosanitary prediction for the distribution of the main pests and diseases of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2014 and the forecast of the development of harmful objects in 2015]*. (2015) Vladivostok: Rossel'khozsentr po Primorskomu krayu Publ., pp. 45–47. (In Russian)
- Gilyarov, M. S. (1949) O nasledstvennom izmenenii instinkta u nasekomykh [On heredity and variability of instinct in insects]. *Agrobiologiya*, no. 5, pp. 141–142. (In Russian)
- Gorelov, O. N., Lameko, L. F. (1980) Prognoz srokov bor'by s kartofel'noj korovkoj [Prediction of the timing of the fight against the Potato Ladybird]. *Information list*. Vladivostok: [s. n.], 6 p. (In Russian)
- Goryshin, N. I. (1955) Sootnoshenie svetovogo i temperaturnogo faktorov v fotoperiodicheskoj reaktsii nasekomykh [The ratio of light and temperature factors in the photoperiodic reaction of insects]. *Entomologicheskoe obozrenie*, vol. 34, pp. 9–13. (In Russian)
- Gusev, G. V. (1953) *Kartofel'naya korovka i mery bor'by s nej [Potato Ladybird and measures of its control]*. Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalinskij filial of the Academy of Science of USSR Publ., 16 p. (In Russian)
- Ivanova, A. N. (1954) *Kartofel'naya korovka i mery bor'by s neyu [Potato Ladybird and its control measures]*. Vladivostok: Primorskoe knizhnoe izdatel'stvo Publ., 16 p. (In Russian)
- Ivanova, A. N. (1962) *Kartofel'naya korovka na Dal'nem Vostoke [Potato Ladybird at the Far East]*. Vladivostok: Primorskoe knizhnoe izdatel'stvo Publ., 54 p. (In Russian)
- Kovalenko, T. K. (2006a) *Biologiya kartofel'noj korovki Henosepilachna vigintioctomaculata (Coleoptera) i ee parazita Nothoserphus afissae (Hymenoptera) v Primorskom krae [Biology of the Potato Ladybird Henosepilachna vigintioctomaculata (Coleoptera) and its parasite Nothoserphus afissae (Hymenoptera) at the Primorsky Territory]. Extended abstract of PhD dissertation (Biology)*. Vladivostok, Biology and Soil Science Institute FEB RAS Publ., 20 p. (In Russian)
- Kovalenko, T. K. (2006b) *Biologiya kartofel'noj korovki Henosepilachna vigintioctomaculata (Coleoptera) i ee parazita Nothoserphus afissae (Hymenoptera) v Primorskom krae [Biology of the Potato Ladybird Henosepilachna vigintioctomaculata (Coleoptera) and its parasite Nothoserphus afissae (Hymenoptera) at the Primorsky Territory]. PhD dissertation (Biology)*. Vladivostok, Biology and Soil Science Institute FEB RAS Publ., 142 p. (In Russian)
- Kozhanchikov, I. V. (1951) Pishchevaya spetsializatsiya i znachenie ee v zhizni nasekomykh [Food specialization and its importance in the life of insects]. *Entomologicheskoe obozrenie*, vol. 31, no. 3–4, pp. 323–335. (In Russian)
- Kurentsov, A. I. (1946) Novye dannye po biologii kartofel'noj korovki [New data on the biology of Potato Ladybird]. In: *Trudy Gornotaezhoj stantsii im. V. L. Komarova [Proceedings of the V. L. Komarov Mining Station]. Vol. 5*. Vladivostok: Primizdat Publ., pp. 257–266. (In Russian)
- Kuznetsov, V. N. (1974) Rastitel'noyadnye korovki (Coleoptera; Coccinellidae) v Primorskom krae [Herbivorous Ladybirds (Coleoptera; Coccinellidae) at the Primorsky Territory]. *Zashchita sel'skokhozyajstvennykh rastenij ot vreditelej i boleznej*, no. 2, pp. 3–17. (In Russian)
- Kuznetsov, V. N. (1975) Zoogeograficheskij analiz fauny koktsinellid (Coleoptera; Coccinellidae) Primorskogo kraja [Zoogeographic analysis of Coccinellids (Coleoptera; Coccinellidae) of Primorsky Territory]. In: L. A. Ivliev (ed.). *Entomofagi sovetskogo Dal'nego Vostoka [Entomophages of the Soviet Far East]*. Vladivostok: Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., pp. 153–155. (In Russian)
- Kuznetsov, V. N. (1993) *Zhuki-koktsinelly (Coleoptera; Coccinellidae) Dal'nego Vostoka Rossii [Coccinellid beetles (Coleoptera; Coccinellidae) of the Russian Far East]: In 2 vols*. Vladivostok: Dalnauka Publ., 334 p. (In Russian)

- Kuznetsov, V. N. (1997) *Koktsinellidy (Coleoptera; Coccinelidae) Dal'nego Vostoka Rossii [Coccinellids (Coleoptera; Coccinelidae) of the Russian Far East]. Extended abstract of PhD dissertation (Biology)*. Vladivostok: Biology and Soil Science Institute FEB RAS Publ., 48 p. (In Russian)
- Kuznetsov, V. N., Ivliev, L. A. (1975) Prirodnye populyatsii rastitel'noyadnykh korovok (Coleoptera; Coccinelidae) — vozmozhnykh perenoschikov fitopatogennykh virusov v agrotsenozakh Primor'ya [Natural populations of herbivorous Ladybirds (Coleoptera; Coccinelidae) — possible carriers of phytopathogenic viruses in agrocenoses of Primorye]. In: G. P. Somov, V. D. Kostin. *Virusologicheskije issledovaniya na Dal'nem Vostoke [Virological research in the Far East]. Vol. 2*. Vladivostok: Far East Scientific Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., pp. 110–113. (In Russian)
- Lakin, G. F. (1990) *Biometriya [Biometrics]*. 4th ed., rev. and compl. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 352 p. (In Russian)
- Ma, Ch., He, Y., Zhang, G., Chen, Y. (1997) Effects of temperature and relative humidity on survival of the overwintering Asian Coccinellids. *Harmonia axyridis. Acta Ecologica Sinica*, vol. 17, no. 1, pp. 23–28. (In Chinese)
- Mesyats, V. K. (ed.). (1989) *Sel'skokhozyajstvennyj entsiklopedicheskij slovar' [Agricultural encyclopedic dictionary]*. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya Publ., 659 p. (In Russian)
- Mikhajlova, L. A. (1970) K voprosu o severnoj granitse rasprostraneniya kartofel'noj korovki (*Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch.) [On the northern distributional border of Potato Ladybird (*Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch)]. In: *Entomologicheskije issledovaniya na Dal'nem Vostoke. Vyp. 2. Dvukrylye Dal'nego Vostoka [Entomological research in the Far East. Vol. 2. Diptera of the Far East]*. Vladivostok: [s. n.], pp. 67–70. (In Russian)
- Mishchenko, A. I. (1940) *Nasekomye-vrediteli polevykh i ovoshchnykh kul'tur Dal'nego Vostoka [Insect-pests of field and vegetable crops of the Far East]*. Khabarovsk: Dal'giz Publ., pp. 143–145. (In Russian)
- Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur i prognoz rasprostraneniya vreditel'ej, boleznej i sornyakov v Primorskom krae na 2014 god [Review of the phytosanitary state of agricultural crops and prediction of the spread of pests, diseases and weeds in the Primorsky Territory for 2014]. (2014) Vladivostok: Rossel'khozsentr po Primorskomu krayu Publ., pp. 61–63. (In Russian)
- Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v 2015 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2016 godu i mery bor'by s nimi [Review of the phytosanitary state of agricultural crops in 2015 and the prediction of the development of harmful objects in 2016 and measures to control them]. (2016) Vladivostok: Rossel'khozsentr po Primorskomu krayu Publ., pp. 41–42. (In Russian)
- Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v 2016 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2017 godu i mery bor'by s nimi [Review of the phytosanitary state of agricultural crops in 2016 and the prediction of the development of harmful objects in 2017 and measures to control them]. (2017) Vladivostok: Rossel'khozsentr po Primorskomu krayu Publ., p. 27. (In Russian)
- Pantuhov, G. A., Bosenko, A. I. (1969) O kartofel'noj korovke [About the Potato Ladybird]. *Zashchita rastenij*, no. 2, p. 51. (In Russian)
- Petina, A. N. (1950) Razrabotka khimicheskikh mer bor'by s kartofel'noj korovkoj na osnove bioekologicheskikh osobennostej vreditelya [Development of chemical measures to control the Potato Ladybird based on the bio-ecological characteristics of the pest]. In: B. M. Chumakova (ed.). *Kratkij otchet nauchno-issledovatel'skoj raboty v oblasti zashchity urozhaya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur Primor'ya za 1949 god [A brief report of research-work in the field of yield protection of agricultural crops in Primorye for 1949]*. Vladivostok: [s. n.], 12 p. (In Russian)
- Pogoda v Rossii i mire, prognoz pogody ot Meteotsentra [Weather in Russia and the World, weather prediction from the Meteocenter]. (2021) *Meteotsentr [Meteocenter]*. [Online]. Available at: <http://www.meteocenter.net> (accessed 21.03.2021). (In Russian)
- Prognoz fitosanitarnogo sostoyaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur po Primorskomu krayu na 2011 god i osnovnye napravleniya deyatelnosti semenovodstva i sertifikatsiya semyan [Prediction of the phytosanitary state of agricultural crops in the Primorsky Territory for 2011 and the main areas of seed production and seed certification]. (2011) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 47–48. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2000 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2000 and measures to control them]. (2000) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 25–27. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2001 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2001 and measures to control them]. (2001) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 27–29. (In Russian)

- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2002 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2002 and measures to control them].* (2002) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 26–27. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2003 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2003 and measures to control them].* (2003) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 39–40. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2004 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2004 and measures to control them].* (2004) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 43–44. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2007 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2007 and measures to control them].* (2007) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 43–44. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2009 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2009 and measures to control them].* (2009) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 50–51. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae v 2010 godu i mery bor'by s nimi [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory in 2010 and measures to control them].* (2010) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 57–59. (In Russian)
- Prognoz rasprostraneniya glavnejshikh vreditel'ej, boleznej i sornyakov sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v Primorskom krae na 2012 god [Prediction of the distribution of the main pests, diseases and weeds of agricultural crops in the Primorsky Territory for 2012].* (2012) Vladivostok: Primorskaya kraevaya stantsiya zashchity rastenij Publ., pp. 62–64. (In Russian)
- Rubtsov, I. A. (1952) O vznikenii i nasledovanii priobretennykh v ontogeneze pishchevykh reaktsij u nasekomykh [On the origin and inheritance of food reactions acquired in ontogeny in insects]. *Uspekhi sovremennoj biologii*, vol. 34, no. 1, pp. 29–46. (In Russian)
- Samokhvalova, G. V. (1951) Poluchenie nasledstvennykh izmenenij u tlej pri peremene kormovykh rastenij [Obtaining hereditary changes in aphids under change of foraging plants]. *Zhurnal obshchej biologii*, vol. 12, no. 3, pp. 176–191. (In Russian)
- Shabliovskij, V. V. (1964) Dvadsat'os'mipyatistaya kartofel'naya korovka [28-spotted Potato Ladybird]. In: I. Ya. Polyakova, A. E. Chumakova (eds.). *Rasprostranenie vreditel'ej i boleznej sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v SSSR v 1963 g. [The spread of pests and diseases of agricultural crops in the USSR in 1963].* Leningrad: [s. n.], pp. 301–304. (In Russian)
- Shabliovskij, V. V., Gusev, G. V. (1964) Kartofel'naya korovka [Potato Ladybird]. *Zashchita rastenij*, no. 2, pp. 24–25. (In Russian)
- Shul'gin, A. M. (1972) *Klimat pochvy i ego regulirovanie [Soil climate and its regulation].* 2nd ed. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 341 p. (In Russian)
- Smirnov, E. S. (1953) O nasledovanii priobretennykh svoystv u zhivotnykh [On the inheritance of acquired properties in animals]. In: V. P. Gerasimov (ed.). *Voprosy michurinskoj biologii [Michurin biology issues].* Iss. 3. Moscow: Uchpedgiz Publ., pp. 141–180. (In Russian)
- Smirnov, Yu. V. (2010) *Analiz fitosanitarnogo riska kartofel'noj korovki Henosepilachna vigintioctomaculata (Motsch.) dlya territorii Rossijskoj Federatsii [Analysis of the phytosanitary risk of the Potato Ladybird Henosepilachna vigintioctomaculata (Motsch.) for the territory of the Russian Federation].* Moscow: Vserossijskij tsentr karantina rastenij Publ., 41 p. (In Russian)
- Spetsializirovannye massivy [Specialized arrays]. (2021) *Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrometeorologicheskoy informatsii [All-Russian Scientific Research Institute of Hydrometeorological Information].* [Online]. Available at: <http://www.meteo.ru> (accessed 21.03.2021). (In Russian)
- Statistica: Data Mining, analiz dannykh, kontrol' kachestva, prognozirovanie, obuchenie, konsalting [Statistica: Data Mining, data analysis, quality control, forecasting, training, consulting].* [Online]. Available at: <http://www.statsoft.ru> (accessed 21.03.2021). (In Russian)

- Sverlova, L. I. (1993) *Metody otsenki agroklimaticheskikh uslovij, prognozov urozhajnosti i kachestva sel'skokhozyajstvennykh kul'tur Vostochnoj Sibiri i na Dal'nem Vostoke [Methods for assessing agroclimatic conditions, predictions of yield and quality of agricultural crops in Eastern Siberia and the Far East]. Extended abstract of PhD dissertation (Biology)*. Moscow, Khabarovsk Branch of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation, 36 p. (In Russian)
- Vavilov, L. N. (1957) 28-pyatnistaya korovka — opasnyj vreditel' kartofelya [28-spotted Ladybird — a dangerous pest of potatoes]. *Zashchita rastenij ot vreditel'ej i boleznej*, no. 1, p. 53. (In Russian)
- Viktorov, G. A. (1967) *Problemy dinamiki chislennosti na primere vrednoj cherepashki [Problems of population dynamics on the example of Corn Bug]*. Moscow: Nauka Publ., 271 p. (In Russian)
- Vulfson, R. I. (1936) K biologii 28-tochechnoj kartofel'noj korovki v Dal'nevostochnom krae [On the biology of a 28-spotted Potato Ladybird in the Far Eastern Territory]. In: *Vestnik Dal'nevostochnogo filiala Akademii nauk SSSR [Vestnik of the Far East Branch of the Academy of Science]*. Iss. 19. Vladivostok: Dal'giz Publ., pp. 153–164. (In Russian)
- Zhuravlev, V. N. (1976) Ekologicheskoe obosnovanie spetsifiki opredeleniya poter' urozhaya ot koloradskogo zhuka (*Leptinotarsa desemlineata* Say) na samoj severnoj okraine ego areala [Ecological foundation of the specifics of determining yield losses from the Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa desemlineata* Say) on the northernmost edge of its range]. In: I. D. Shapiro (ed.). *Voprosy ekologii vrednykh nasekomykh [Environmental issues of harmful insects]*. Iss. 48. Leningrad: All-Russian Institute of Plant Protection Publ., pp. 84–90. (In Russian)

Для цитирования: Курдюкова, Е. А., Курдюков, А. Б. (2021) Влияние экологических факторов на фенологию и численность популяции двадцативосьмипятнистой коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* в условиях Приморского края. *Амурский зоологический журнал*, т. XIII, № 4, с. 438–459. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2021-13-4-438-459>

Получена 29 марта 2021; прошла рецензирование 29 сентября 2021; принята 14 октября 2021.

For citation: Kurdyukova, E. A., Kurdyukov, A. B. (2021) The influence of environmental factors on the phenology and population size of 28-spotted Potato Ladybird *Henosepilachna vigintioctomaculata* in Primorsky Territory. *Amurian Zoological Journal*, vol. XIII, no. 4, pp. 438–459. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2021-13-4-438-459>

Received 29 March 2021; reviewed 29 September 2021; accepted 14 October 2021.