

илова, И. А. Филатова. – Текст: непосредственный // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – № 3 (31). – С. 27-34

4. Belyaev V.I., Meinel T., Grunevald L.-K., Sokolova L.V., Kuznetsov V.N., Matsyura A.V. Influence of spring soft wheat, peas and rape cultivation technology on soil water regime and crop yield // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – 8 (1).

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: учебник для вузов / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с. – Текст: непосредственный.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / [подгот. М. А. Федин и др.]; Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур. – Москва, 1989. – 194 с. – Текст: непосредственный.

7. Цветков, М. Л. Ресурсосбережение на основе минимализации обработки почвы на Алтае: монография / М. Л. Цветков, О. В. Манылова. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – 354 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Posevnye ploschadi i valovoi sbor urozhai selskokhoziaistvennykh kultur v Altaiskom krae. 2021: Stat. biul. / Upravlenie Federalnoi sluzhby

gosudarstvennoi statistiki po Altaiskomu kraiu i Respublike Altai. – Barnaul, 2022. – 110 s.

2. Manuilov V.M., Chevychelova N.V., Zharkova S.V., Manylova O.V. Sostoianie i perspektivy razvitiia semenovodstva zernovykh kultur v Altaiskom krae // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2019. – No. 5 (175). – S. 79-86.

3. Brailova I.S., Filatova I.A. Kolleksiia gorokha – istochnik khoziaistvenno tsennykh priznakov // *Zernobobovye i krupianye kultury*. – 2019. – No. 3 (31). – S. 27-34.

4. Belyaev V.I., Meinel T., Grunevald L.-K., Sokolova L.V., Kuznetsov V.N., Matsyura A.V. Influence of spring soft wheat, peas and rape cultivation technology on soil water regime and crop yield // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – 8 (1).

5. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta: uchebnik dlia vuzov / B.A. Dospikhov. – Moskva: ID Alians, 2011. – 352 s.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia selskokhoziaistvennykh kultur / Gos. komis. po sortoispytaniu s.-kh. kultur. Vyp. 2: Zernovye, krupianye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kultury / [Podgot. M.A. Fedin i dr.]. – Moskva, 1989. – 194 s.

7. Tsvetkov M.L. Resursosberezhenie na osnove minimalizatsii obrabotki pochvy na Altae: monografiia / M.L. Tsvetkov, O.V. Manylova. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2016. – 354 s.



УДК 632.7:632.76:634.71(470.0)

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-219-1-50-57

Ю.Д. Касаткина, З.В. Николаева, А.В. Крюкова

Yu.D. Kasatkina, Z.V. Nikolaeva, A.V. Kryukova

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ И ВРЕДНОСТЬ МАЛИННОГО ЖУКА

### IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE DEVELOPMENT AND HARMFULNESS OF THE RASPBERRY BEETLE

**Ключевые слова:** малинный жук, климат, малина, вредоносность, среднесуточная температура воздуха, имаго, диапауза.

**Keywords:** raspberry beetle, climate, raspberry, harmfulness, average daily air temperature, imago, diapause.

Малинный жук *Byturus tomentosus* (отряд жесткокрылые – *Coleoptera*; семейство малинники – *Byturidae*) относится к числу наиболее значимых вредителей малины, рост численности которого в отдельные годы может существенно снижать товарность ягод и урожайность культуры. Задачи исследований предполагали оценку степени влияния погодных условий на развитие малинного жука в южной части Северо-Западного региона России с целью оптимизации защитных мероприятий на основе краткосрочного прогноза. Для изучения вопроса были составлены климограммы за период с 2019 по 2022 гг. по Великолукскому району Псковской области. Показано, что сроки массового выхода имаго из диапаузы зависят от метеорологических особенностей весеннего периода, трудно прогнозируемы и могут проходить в разные фенологические сроки вегетации культуры. Развитию малинного жука благоприятствует потепление климата, наблюдаемое с 70-х годов прошлого столетия. Климатические особенности последних лет способствовали увеличению плотности популяции малинного жука и усилению его вредоносности. Основной вред культуре наносят личинки. Предотвращение качественных и количественных потерь урожая малины предусматривает применение инсектицидов против жуков в период их массового выхода при численности, достигающей экономического порога вредоносности. Для уточнения численности вредителя и экологически безопасных сроков проведения обработки рекомендовано применять уравнение линейной регрессии, в котором учитывается среднесуточная температура воздуха в мае и июне (не ниже +12°C). Краткосрочный прогноз с использованием метеоданных позволяет оптимизировать защиту малины.

The raspberry beetle (*Byturus tomentosus*) (order *Coleoptera*; family *Byturidae*) is one of the most significant pests of raspberries which populations on some years may significantly reduce berry marketability and yields. The research goal was to evaluate the degree of influence of weather conditions on the development of the raspberry beetle in the southern part of the North-Western region of Russia in order to optimize the control measures based on a short-term forecast. To study the issue, climograms were compiled for the period from 2019 through 2022 in the Velikie Luki District of the Pskov Region. It is shown that the timing of the mass imago emergence from diapause depends on the meteorological features of the spring period; it is difficult to predict and may take place at different phenological stages of the crop growing season. The development of the raspberry beetle is favored by the climate warming observed since the 1970s. The climatic features of recent years have contributed increased population density of the raspberry beetle and increased its harmfulness. The main damage to the crop is caused by larvae. The prevention of qualitative and quantitative losses of the raspberry harvest involves the use of insecticides against beetles during their mass emergence at their population reaching the economic injury level. To specify the pest populations and environmentally safe control periods, it is advised to apply a linear regression equation which takes into account the average daily air temperature in May and June (not lower than +12°C). A short-term forecast using weather data allows optimizing the protection of raspberries.

**Касаткина Юлия Дмитриевна**, аспирант, ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, г. Великие Луки, Российская Федерация, e-mail: YuliaKasat@yandex.ru.

**Николаева Зоя Викторовна**, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, г. Великие Луки, Российская Федерация, e-mail: nzv@vgsa.ru.

**Крюкова Анна Владимировна**, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА, г. Великие Луки, Российская Федерация, e-mail: kav@vgsa.ru.

**Kasatkina Yuliya Dmitrievna**, post-graduate student, Velikie Luki State Agricultural Academy, Velikie Luki, Russian Federation, e-mail: YuliaKasat@yandex.ru.

**Nikolaeva Zoya Viktorovna**, Dr. Bio. Sci., Prof., Velikie Luki State Agricultural Academy, Velikie Luki, Russian Federation, e-mail: nzv@vgsa.ru.

**Kryukova Anna Vladimirovna**, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Velikie Luki State Agricultural Academy, Velikie Luki, Russian Federation, e-mail: kav@vgsa.ru.

## Введение

Садовая малина в последние годы относится к числу наиболее востребованных культур не только в частном, но и в промышленном садоводстве. Внедрение в практику новых высокоурожайных сортов, развитие робототехники, разработка передовых технологий возделывания малины и уборки ягод делают эту культуру привлекательной для инвестиционных вложе-

ний. Однако специфичность и оригинальность вкусовых качеств и внешнего вида товарной малины, определяемые сортовыми особенностями культуры, существенно зависят от внешних факторов. Значительный урон качеству, количеству и сохранности ягод может причинить серьезный вредитель – малинный жук *Byturus tomentosus* (отряд жесткокрылые – *Coleoptera*; семейство малинники – *Byturidae*). В последнее десятилетие

тие отмечается усиление вредоносности малинного жука. Наблюдаемые изменения климата могут выступать одним из факторов, способствующих росту численности вредителя, что характерно для многих фитофагов [1-3].

**Цель исследований** – оценка степени влияния погодных условий на развитие малинного жука в южной части Северо-Западного региона России для оптимизации защитных мероприятий на основе краткосрочного прогноза.

**Объекты и методы**

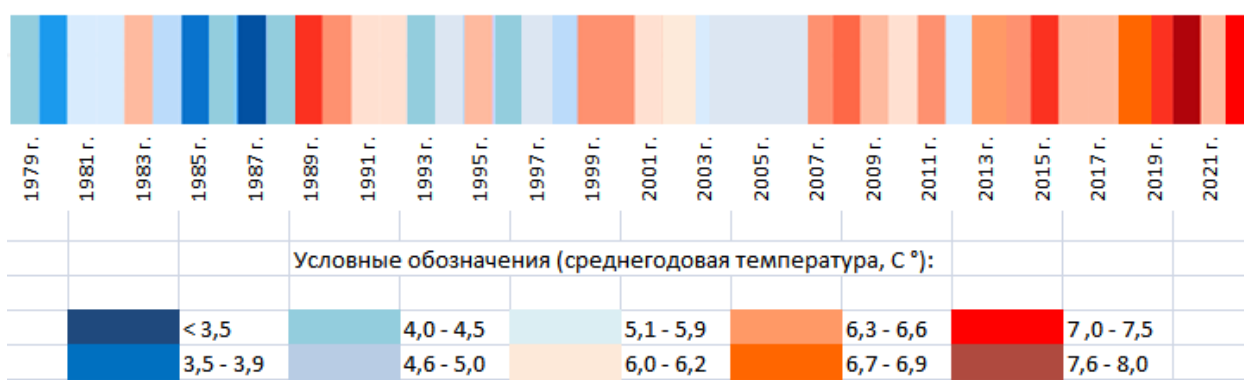
Исследования проведены в период с 2019 по 2022 гг. в условиях Великолукского района Псковской области (СПК «Ущицы», учебно-опытное хозяйство ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА», садоводческие кооперативы и дикорастущие малинники в лесополосах) на сортах малины ранних сроков созревания (в основном Абориген и Маросейка). Урожайность культуры составляла около 2,8 т/га. Для изучения фенологии вредителя применяли стандартные методики и рекомендации по определению и учету численности вредителей, статистической обработки данных, определитель насекомых плодовых и ягодных культур [4].

**Результаты и их обсуждение**

Малинный жук с учётом трофической приуроченности относится к олигофагам: повреждает малину и другие розоцветные, такие как ежевика, тайберри, бойсенберри, произрастающие в культуре, и дикорастущие формы. Имаго может проходить дополнительное питание на вишне, сливе, терне, смородине, крыжовнике, костянике, яблоне, груше, рябине. Эти трофические особенности необходимо учитывать при размещении посадок малины, чтобы не допускать формирования дополнительных очагов размножения вредителей.

Ареал малинного жука довольно обширен. Вид обитает во всех районах произрастания малины, ежевики и костяники. В Псковской и Тверской областях в последние годы он занимает доминирующую позицию в среди вредителей малины [3]. В 2022 г. доля этого фитофага в структуре комплекса вредителей достигла 61%.

Развитию малинного жука благоприятствует потепление климата. Многолетняя динамика изменения среднегодовых температур воздуха в Великих Луках за период с 1979 по 2022 гг. приведена на рисунке 1. Каждая цветная полоса представляет собой среднюю температуру за год: синяя – более холодные годы, красная – более теплые.



**Рис. 1. Климатические изменения в Великих Луках в период с 1979 по 2022 гг.**

В последние годы преобладают так называемые «полосы потепления». Тенденция потепления наметилась с 70-х годов. При этом первоначально повышение среднесуточной температуры воздуха было характерно только для зим-

них месяцев, но с середины 80-х годов прослеживается нарастающее повышение температуры воздуха летних месяцев [5]. Аномально высокая температура воздуха зафиксирована в 2020 г. в целом на территории России [6]. В Ве-

ликолуцком районе Псковской области среднегодовая температура воздуха достигла небывалых прежде 8,0°С.

Для более подробного изучения влияния температурных показателей и уровня осадков на развитие малинного жука в период с 2019 по 2022 г. были построены климограммы (рис. 2).

Метеорологические показатели в указанные годы в разной степени отклонялись от климатической нормы, хотя, как видно из рисунка 1, все четыре года находились в зоне потепления: среднегодовые значения температуры и суммы осадков превышали среднемноголетнюю норму. Однако 2019 г. характеризовался повышенной влажностью в мае и августе, а 2020, 2021 и 2022 гг. отличались жаркой и сравнительно засушливой погодой в летние месяцы. В июне 2022 года отклонение от нормы среднемесячной температуры воздуха составило +1,4°С, в

августе – +2,6°С. Известно, что повышенная температура воздуха в сочетании с недостатком влаги усиливает вредность многих насекомых [7]. По этой причине, очевидно, отмечена достаточно высокая вредоносность малинного жука, особенно в 2022 г.: поврежденность ягод малины составляла 38-42%.

Зимовка малинного жука проходит на стадии имаго. Перезимовавших куколок или личинок обнаружено не было. Сроки выхода из диапаузы прогнозировать сложно. Активизация жуков обычно начинается в мае при повышении среднесуточной температуры воздуха до 12°С. Календарные сроки выхода перезимовавших жуков и продолжительность их развития различались. Сравнительно ранние сроки активации вредителя отмечены в 2019, 2021 гг. (рис. 3). Другие два года (2020 и 2022) отличались прохладной весной, но сравнительно жарким летом.

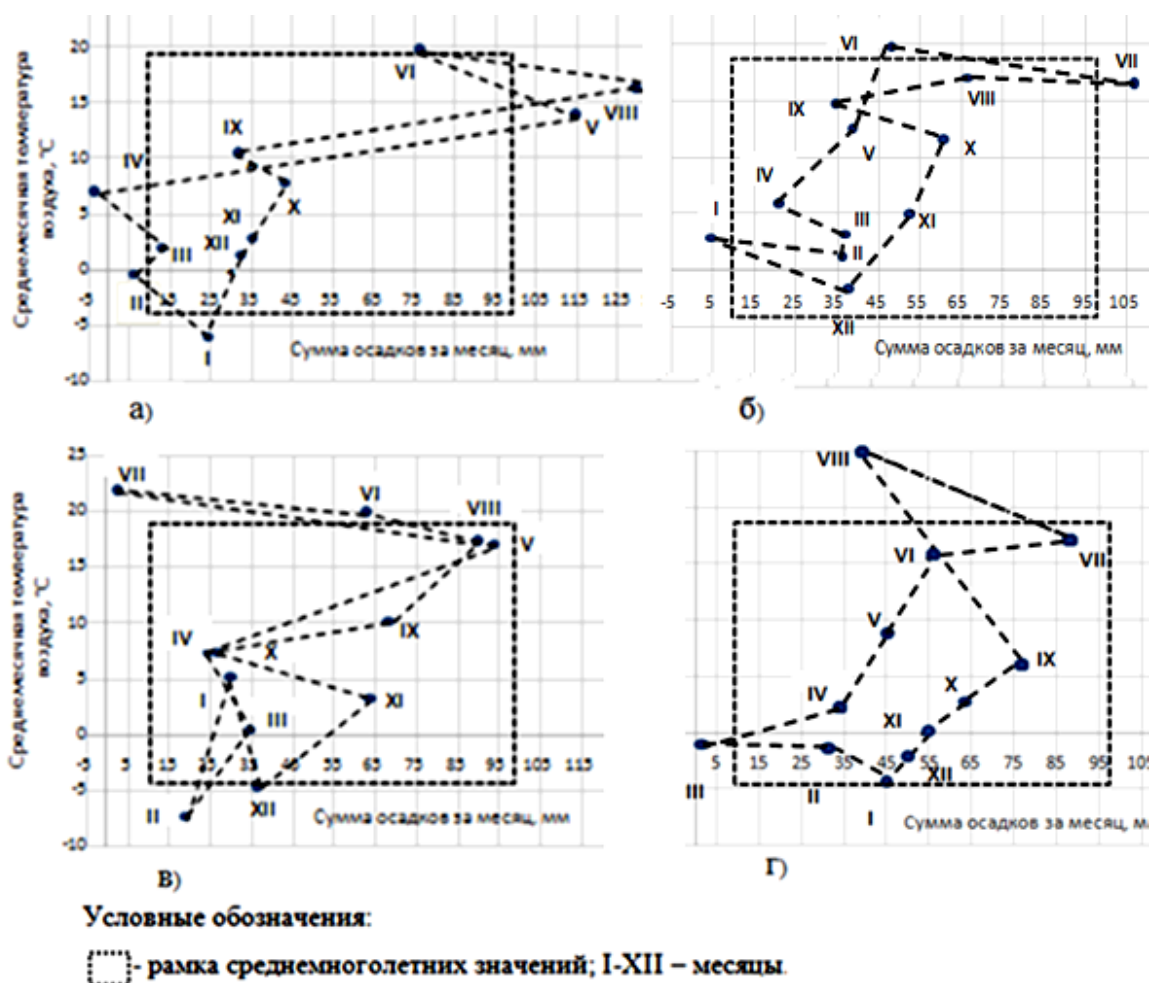


Рис. 2. Климoграммы Великолуцкого района:  
 а) 2019 г.; б) 2020 г.; в) 2021 г.; г) 2022 г.

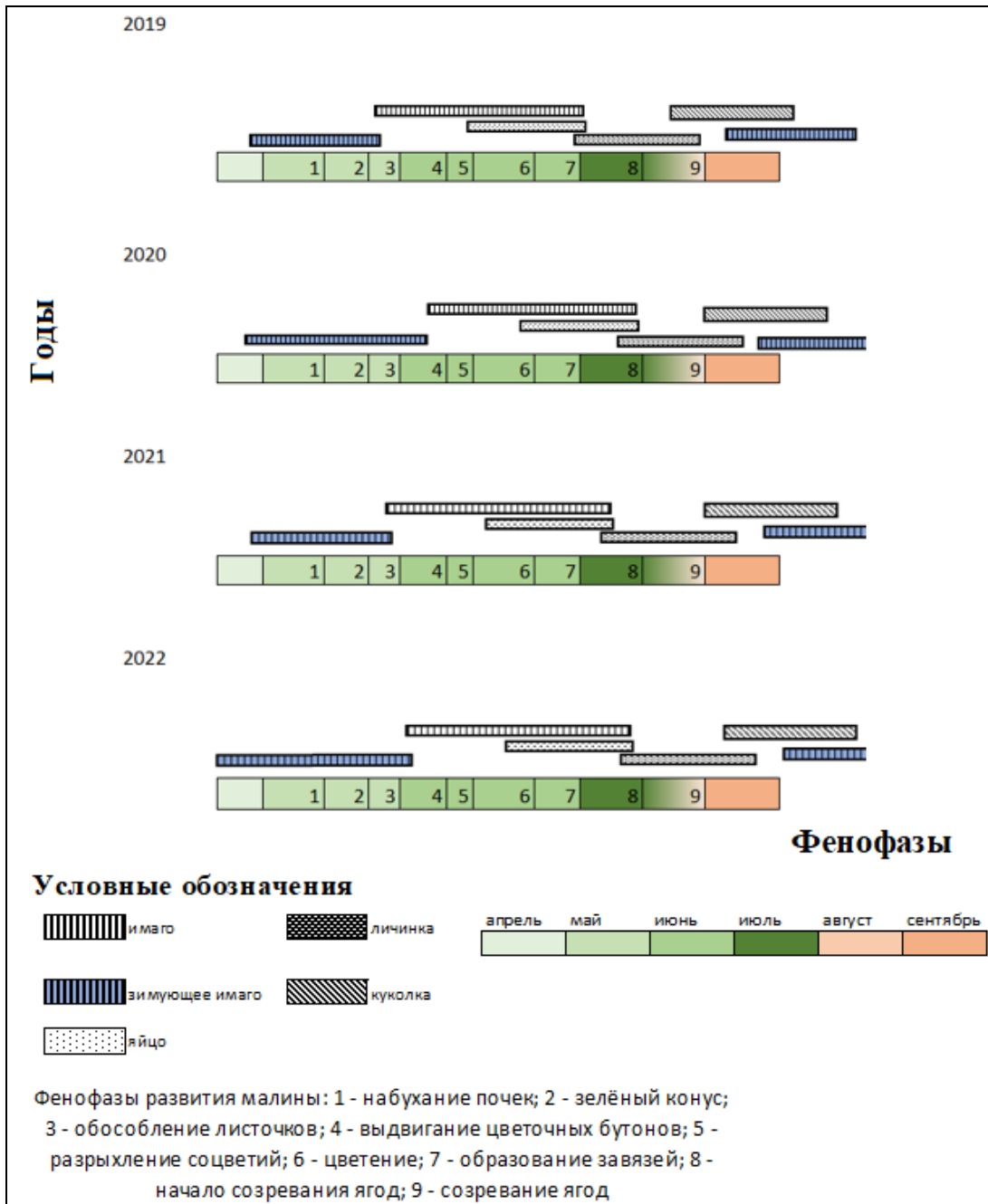


Рис. 3. Фенология развития малинного жука в период вегетации малины (Псковская область)

В мае 2019 г. среднемесячная температура воздуха составила 13,3°C, что способствовало раннему проявлению активности большей части популяции малинного жука и соответствовало обособлению листочков на малине. Дальнейшее развитие имаго протекало быстро в условиях повышенной среднесуточной температуры воздуха: в июне среднееголетние показатели были превышены на 3,2°C. Массовый выход жуков наблюдался в период бутонизации.

В мае 2020 г. среднесуточная температура воздуха была на 3,1°C ниже по сравнению с

предыдущим годом, что сдвинуло сроки выхода жуков на конец мая – начало июня. Массовое появление жуков на малине отмечено в фенофазы «цветение»-«образование завязей». Последующее стремительное нарастание температуры воздуха ускорило развитие вредителя и способствовало быстрому нарастанию численности.

Погодные условия в 2021 г. сложились благоприятно для развития малинного жука. Наблюдался ранний и быстрый выход перезимовавших имаго. Массовый выход отмечали в



период разрыхления соцветий, когда численность вредителя превысила экономический порог вредоносности.

В 2022 г. в Великих Луках была прохладная весна, которая затянула сроки весенней вегетации малины и «отсрочила» появление малинных жуков до первой декады июня. В июне повышенная среднесуточная температура воздуха заметно ускорила вегетацию культуры и развитие вредителя. В результате, массовое появление жуков отмечено в конце цветения малины в начале формирования завязей. Численность жуков превысила экономический порог вредоносности (ЭПВ) более чем в 3 раза.

Следовательно, потепление климата наложило определенный отпечаток на фенологию вредителя. Сравнение динамики развития малинного жука в последние четыре года, попавшие по климатическим характеристикам в зону потепления, показало, что фенологические сроки весеннего развития вредителя происходят в близкие сроки вегетации малины, но не проявляют четкой приуроченности к ним: в годы исследований массовое появление жуков было отмечено и в период бутонизации малины, и в период цветения, и даже вначале формирования завязей. Различаются и календарные сроки активации перезимовавших жуков, однако эти сроки согласуются с динамикой температурных параметров воздуха. Выявлена статистически

достоверная зависимость сроков массового выхода жуков из мест зимовки от среднесуточной температуры воздуха в весенне-летний период ( $r = 0,884\dots$ ).

Период откладки яиц обычно растянут до полутора-двух месяцев. Самки размещают желтоватые яйца эллипсоидной формы по одному на цветках и завязях. Плодовитость невысокая, достигает 30-50 яиц. Через 8-14 дней отрождаются личинки, которые сравнительно быстро находят завязи или плоды, повреждают их снаружи и вгрызаются внутрь, вызывая усыхание отдельных костянок. Минируют плодоножки, цветоложе. Сроки отрождения личинок сильно растянуты, что удлиняет период их вредоносности, который продолжается до сбора ягод. Закончив развитие, личинки окукливаются в верхнем слое почвы. Куколки открытого типа в колыхельках были обнаружены с конца августа на глубине 5-15 см. Жуки зимующей генерации появлялись в сентябре-октябре.

Основной вред культуре наносят личинки: выявлена четкая зависимость урожайности культуры от численности личинок ( $r = 0,788\dots - 0,898\dots$ ). Жуки в период дополнительного питания повреждают листья, выгрызают бутоны и отдельные цветы. Численность жуков и их вредоносность не отразилась на количестве фактического урожая (таб.).

Таблица

**Оценка влияния малинного жука на фактический урожай малины**

Стадии развития вредителя и повреждаемые органы малины	Кoeffициенты парной корреляции между поврежденностью отдельных частей растения и фактическим урожаем			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Имаго (листовые и цветочные розетки, листья, бутоны, цветки)	-0,223	-0,033	-0,033	-0,178
Личинка (ягоды)	-0,854	-0,788	-0,894	-0,898

Для предотвращения качественных и количественных потерь урожая важно оптимизировать сроки применения инсектицидов. Для экологически безопасной защиты культуры от личинок малинного жука обработка должна быть проведена против жуков в период массового выхода. Учитывая разницу в сроках весенней активации

жуков, рекомендуем для их уточнения применять уравнение линейной регрессии:  $Y = - 1,52 + 0,12 x \pm 0,02$ , где  $Y$  – прогнозируемая численность жуков на 1 куст;  $x$  – среднесуточная температура воздуха на текущий день (при условии использования значений СТВ не ниже  $+12^{\circ}\text{C}$  в мае и июне). При численности вредите-

ля, достигающей ЭПВ (0,5 жуков на одну ветвь малины), необходимо применять инсектициды.

### Заключение

Климатические особенности последних лет способствовали увеличению плотности популяции малинного жука и усилению его вредоносности в южной части Северо-Западного региона России. С целью оптимизации защитных мероприятий на основе краткосрочного прогноза предпринята оценка степени влияния погодных условий на развитие вредителя. Установлена четкая зависимость сроков весенней активации малинного жука от среднесуточной температуры воздуха. Благоприятные условия для развития этого фитофага предполагают стойкое повышение в мае или июне среднесуточной температуры воздуха выше +12°C, чем отличались годы исследований. С целью защиты культуры необходимо применение инсектицидов против жуков в период их массового выхода из мест зимовки при численности, достигающей экономического порога вредоносности. Для экологически безопасных сроков проведения обработки предложено уравнение линейной регрессии, в котором учитывается среднесуточная температура воздуха в мае и июне. Прогноз, опирающийся на климатические данные, позволяет оптимизировать защитные мероприятия в посадках малины.

### Библиографический список

1. Arus, L., Kikas, A., Kaldmäe, H., et al. (2013). Damage by the raspberry beetle (*Byturus tomentosus* De Geer) in different raspberry cultivars. *Biological Agriculture & Horticulture*. 29. 227-235. DOI: 10.1080/01448765.2013.828655.
2. Зейналов, А. С. Наиболее опасные вредные организмы садовых культур и основные направления концепции современных методов их контроля / А. С. Зейналов. – DOI 10.31676/2073-4948-2019-56-124-132. – Текст: непосредственный // Плодоводство и ягодоводство России. – 2019. – Т. 56. – С. 124-132. – EDN ZDRKZV.
3. Николаева З.В., Крюкова А.В., Касаткина Ю.Д. Вредители малины в условиях Нечерноземной зоны России // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (208). DOI: 10.53083/1996-4277-2022-208-2-17-22.

на Ю.Д. Вредители малины в условиях Нечерноземной зоны России // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (208). DOI: 10.53083/1996-4277-2022-208-2-17-22.

4. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР / [В. С. Великань и др.]; сост. Л. М. Копанева. – Ленинград: Колос. Ленинградское отд-е, 1984. – 288 с. – Текст: непосредственный.

5. Корнышев, Д. С. Тенденции изменения температурного режима территории и стратегия сельскохозяйственного производства / Д. С. Корнышев. – Текст: непосредственный // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2 (10). – С. 8.

6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – Москва, 2021. – 104 с. [http://www.meteorf.ru/upload/pdf\\_download/doklad\\_klimat2020.pdf](http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf). – Текст: электронный.

7. Особенности взаимодействия растений и фитофагов в агроценозах при изменении климата / Е. И. Кошкин, И. В. Андреева, Г. Г. Гусейнов [и др.]. – DOI 10.31857/S0002188121010063. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2021. – № 1. – С. 79-96. – EDN UAWRIL.

### References

1. Arus, L., Kikas, A., Kaldmäe, H., et al. (2013). Damage by the raspberry beetle (*Byturus tomentosus* De Geer) in different raspberry cultivars. *Biological Agriculture & Horticulture*. 29. 227-235. DOI: 10.1080/01448765.2013.828655.
2. Zeinalov, A.S. Naibolee opasnye vrednye organizmy sadovykh kultur i osnovnye napravleniia kontseptsii sovremennykh metodov ikh kontroliia / A.S. Zeinalov // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. – 2019. – Т. 56. – С. 124-132. – DOI: 10.31676/2073-4948-2019-56-124-132. – EDN ZDRKZV.
3. Nikolaeva Z.V., Kriukova A.V., Kasatkina Iu.D. Vrediteli maliny v usloviakh Nечерноземnoi zony Rossii // Vestnik Altaiskogo gosudar-

stvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 2 (208). DOI: 10.53083/1996-4277-2022-208-2-17-22.

4. Opredelitel vrednykh i poleznykh nasekomykh i kleshchei plodovykh i iagodnykh kultur v SSSR / [V.S. Velikan i dr.]; sost. L.M. Kopaneva. – Leningrad: Kolos. Leningradskoe otd-ie, 1984. – 288 s.

5. Kornyshev D.S. Tendentsii izmeneniia temperaturного rezhima territorii i strategiiia selskokoхziaistvennogo proizvodstva / D.S. Kornyshev // Izvestiia Velikolukskoi gosudarstvennoi selsko-

koхziaistvennoi akademii. – 2015. – No. 2 (10). – S. 8.

6. Doklad ob osobennostiakh klimata na territorii Rossiiskoi Federatsii za 2020 god. – Moskva, 2021. – 104 s. [http://www.meteorf.ru/upload/pdf\\_download/doklad\\_klimat2020.pdf](http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf).

7. Koshkin E.I. Osobennosti vzaimodeistviia rastenii i fitofagov v agrotsenozakh pri izmenenii klimata / E.I. Koshkin, I.V. Andreeva, G. G. Guseinov [i dr.] // Agrokhimiia. – 2021. – No. 1. – S. 79-96. – DOI: 10.31857/S0002188121010063. – EDN UAWRIL.

