

научных трудов. – Екатеринбург, 2010. – С. 161-162.

3. Богданова, И. И. Итоги деятельности Свердловской селекционной станции садоводства за 75 лет и перспективы развития / И. И. Богданова, А. С. Нащекина, Н. С. Демин. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение адаптивного садоводства Уральского региона: сборник научных трудов – Екатеринбург, 2010. – С. 4-28.

4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под редакцией Е. Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 374-394. – Текст: непосредственный.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – С. 282-285. – Текст: непосредственный.

6. Садоводство Среднего Урала / под редакцией: Л. А. Котова, А. С. Нащекиной [и др.]. – Свердловск, 1973. – С. 254. – Текст: непосредственный.

7. Районированные и перспективные сорта для садоводства Урала / под редакцией И. И. Богдановой. – Екатеринбург, 2013. – С. 43. – Текст: непосредственный.

## References

1. Kichina V.V. Printsipy uluchsheniya sadovoykh rasteniy / V.V. Kichina. – Moskva, 2011. – S. 528.

2. Nevostrueva E.Yu. Rezultaty selektsii maliny na Srednem Urale / E.Yu. Nevostrueva // Nauchnoe obespechenie adaptivnogo sadovodstva Uralskogo regiona: sb. nauch. tr. – Ekaterinburg, 2010. – S. 161-162.

3. Bogdanova I.I. Itogi deyatelnosti Sverdlovskoy selektsionnoy stantsii sadovodstva za 75 let i perspektivy razvitiya / I.I. Bogdanova, A.S. Nashchekina, N.S. Demin // Nauchnoe obespechenie adaptivnogo sadovodstva Uralskogo regiona: sb. nauch. tr. – Ekaterinburg, 2010. – S. 4-28.

4. Programma i metodika sortoizucheniya plodovoykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur / pod red. E.N. Sedova. – Orel: VNIISPК, 1999. – S. 374-394.

5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – Moskva: Kolos, 1979. – S. 282-285.

6. Sadovodstvo Srednego Urala / pod red. L.A. Kotova, A.S. Nashchekinoy i dr. – Sverdlovsk, 1973. – S. 254.

7. Rayonirovannye i perspektivnye sorta dlya sadovodstva Urala / pod red. I.I. Bogdanovoy. – Ekaterinburg, 2013. – S. 43.



УДК 632.773.4П:635.132(470.331)

Ф.В. Овчаренко, З.В. Николаева  
F.V. Ovcharenko, Z.V. Nikolayeva

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МОРКОВНОЙ МУХИ В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

### THE FEATURES OF CARROT FLY DEVELOPMENT UNDER THE CONDITIONS OF THE TVER REGION

**Ключевые слова:** морковь, морковная муха, гидротермический индекс, поврежденность.

**Keywords:** carrots, carrot fly (*Psila rosae* F.), hydrotthermal index, damage level.

В условиях Тверской области в 2014-2019 гг. принято изучение морковной мухи. Цель исследования – разработка эффективных критериев для мониторинга морковной мухи и прогноза плотности её популяций. Задачи исследования предусматривали изучение особенностей биоэкологии вредителя на фоне метеорологических условий Тверской области и фенологии культуры. Используются методики К.К. Фасулати, а также отлов имаго на желтые клейкие ловушки и кошение энтомологическим сачком. Установлено, что в условиях Тверской области морковная муха относится к наиболее опасным вредителям моркови, поврежденность корнеплодов достигала 60-80%. Вредитель зимует в стадии куколки и может давать от одного до трёх поколений за вегетационный период. Не выявлено четкой синхронизации в развитии первого поколения вредителя с фенологией культуры до начала формирования корнеплодов. Для анализа динамики развития морковной мухи предложено использовать гидротермический индекс (ГТИ), являющийся результатом взаимодействия двух факторов – среднесуточной температуре воздуха и относительной влажности за семидневный период в течение вегетационного периода со дня устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через условный нижний порог развития вредителя ( $+10^{\circ}\text{C}$ ). Показано, что степень сопряженности развития морковной мухи с гидротермическим индексом является одним из важнейших факторов, определяющих сроки развития отдельных стадий морковной мухи. Для практического использования предложено уравнение линейной регрессии, позволяющее прогнозировать развитие морковной мухи и её относительную численность. Отлов восьми и более имаго на 1 ловушку за семидневный период при значениях  $\text{ГТИ} \geq 2$  свидетельствует о начале массового лёта и пороговой плотности популяции вредителя.

The features of carrot fly development under the conditions of the Tver Region were studied from 2014 through 2019. The research goal was to develop working criteria for carrot fly monitoring and to forecast the density of its populations. The research objectives included the study of the pest bio-ecological peculiarities under the meteorological conditions of the Tver Region and the crop phenology. The methods developed by K.K. Fasulati were used. Yellow sticky traps and sweep-net method were used to catch imagoes. It was determined that under the conditions of the Tver Region the carrot fly was one of the most dangerous carrot pest; the damage to carrot roots amounted to 60-80%. The pest overwinters in the pupal stage and is able to produce from one to three generations during a growing season. No distinct synchronization of the development of the pest first generation with the crop phenology before the stage of root formation was revealed. To analyze the carrot fly development dynamics, it was proposed to use the hydrothermal index (HTI) which was a result of the interaction of two factors: average daily temperature and relative humidity calculated for a 7-day period throughout the growing season beginning from the day when the average daily air temperature passed over the provisional lowest stage of the pest development ( $10^{\circ}\text{C}$ ). It is shown that the association of the carrot fly with the hydrothermal index is an important factor determining the development terms for certain development stages of the fly. A linear regression equation was suggested to forecast the carrot fly development and the relative population magnitude. The catch of eight and more imagoes per a trap in the course of seven days when the  $\text{HTI} \geq 2$  proves the mass flight beginning and the threshold population density.

**Овчаренко Федор Владимирович**, аспирант, каф. «Химия, агрохимия и агроэкология», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: ofv83@mail.ru.

**Николаева Зоя Викторовна**, д.б.н., проф. каф. «Химия, агрохимия и агроэкология», Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: nzv@vgsa.ru.

**Ovcharenko Fedor Vladimirovich**, post-graduate student, Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: ofv83@mail.ru.

**Nikolayeva Zoya Viktorovna**, Dr. Bio. Sci., Prof., Velikiye Luki State Agricultural Academy. E-mail: nzv@vgsa.ru.

### Введение

Морковная муха (*Psila rosae* F., отряд *Diptera*, семейство *Psilidae*) относится к наиболее опасным вредителям моркови. В условиях Нечерноземной зоны России практически ежегодно отмечается высокая вредоносность этого фитофага, нередко повре-

жденность корнеплодов достигает 24-80% [1-3]. Аналогичная ситуация наблюдается в странах ближнего и дальнего зарубежья [4, 5].

Применение инсектицидов против морковной мухи на основе имеющихся рекомендаций не всегда обеспечивает ожидаемую

защиту урожая. Основная проблема – сложный цикл развития вредителя и сильная зависимость биологии от метеорологических условий вегетационного периода. Эти особенности биоэкологии морковной мухи в условиях Нечерноземной зоны России до последнего времени недостаточно изучены. Незнание особенностей развития вредителя в ряде случаев приводит к ошибочному выбору сроков применения инсектицидов и многократным обработкам культуры высокотоксичными пестицидами. Совершенно очевидно, что требования морковной мухи в процессе онтогенеза могут существенно различаться в различных ареалах. Применяемые стратегии должны быть адаптированы к особенностям развития морковной мухи в меняющихся климатических и производственных условиях, что позволит в конечном итоге разработать скорректированные рекомендации для мониторинга и прогноза вредителя.

**Цель** исследования – разработка эффективных критериев для мониторинга морковной мухи и прогноза плотности её популяций, в условиях Тверской области.

**Задачи** исследования предусматривали изучение особенностей биоэкологии морковной мухи на фоне фенологии культуры и метеорологических условий Тверской области.

#### **Объекты и методы исследований**

Исследования проведены в условиях Нечерноземной зоны России (Тверская область, Зубцовский район) в 2014-2019 гг. Учеты численности морковной мухи и наблюдения за фенологией проводили по методикам К.К. Фасулати [6]. Особенности развития отдельных стадий исследовали при содержании вредителя в садках в лабораторных условиях. За динамикой лёта имаго наблюдали при помощи отлова на желтые

клеевые ловушки и кошением энтомологическим сачком в посевах культуры. Поврежденность корневой системы моркови и корнеплодов определяли при обследованиях на 15 площадках для каждого поля. Идентификацию вредителя проводили с использованием определителя насекомых европейской части СССР [7].

#### **Результаты исследований**

Морковная муха – полициклический вид. Биология этого вредителя имеет ряд специфических особенностей, которые проявляются в сроках обнаружения и продолжительности развития отдельных стадий, числе поколений. Наши наблюдения показали, что в условиях Тверской области морковная муха зимует в стадии куколки и может давать от одного до трёх поколений за вегетационный период, что, соответственно, накладывает отпечаток на развитие всех стадий вредителя. Поколения обычно наслаиваются и перекрываются на стадиях личинки и куколки. Большая часть куколок в летний период находится в верхних слоях почвы или среди растительных остатков, в период диапаузы – в почве на глубине 6-8 см, или в различных укрытиях в хранилищах моркови.

Сроки весеннего вылета имаго морковной мухи происходили в разные фенологические сроки: в фенофазу полных всходов моркови, 2-3 настоящих листа, 3-4 настоящих листа, а в 2019 г., отличавшимся засушливым периодом в мае-июне, вылет имаго отмечен в фенофазу пучковой спелости. В отдельные годы проявляется растянутость развития имаго морковной мухи до 50-55 дней, что согласуется с известными данными наблюдений в Брянской области, Республике Беларусь [3, 4]. Соответственно, сроки отрождения личинок из яиц имели ежегодные отличия от

прогнозируемых по динамике лёта мухи и в ряде случаев не совпадали с фенологией развития культуры (рис.). В этой связи весьма затруднительно применять рекомендации по применению инсектицидов против морковной мухи в течение вегетации культуры без привязки к конкретным индикаторам. Данное обстоятельство не позволяет безоговорочно ориентироваться при определении сроков применения инсектицидов только на фенологию культуры, как это указано в некоторых рекомендациях [3, 4]. Наши исследования не выявили существенной синхронизации сроков развития вредителя в период до начала формирования корнеплодов и основных фенофаз моркови ( $r = 0,458\dots$ ).

Весьма трудоемким приемом является определение пороговой численности морковной мухи по учетам количества отложенных яиц. К тому же имеющиеся рекомендации предназначены для конкретных регионов и различаются по критериям экономических порогов вредоносности [8, 9]. В наших исследованиях сроки отрождения личинок первого поколения существенно различались в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода: самое раннее отрождение отмечено 20 мая, наиболее позднее – 18 июля.

Показатель суммы эффективных температур также не всегда отражает особенности развития вредителя. Многолетние исследования (2014-2019 гг.) не выявили существенной зависимости сроков развития всех стадий морковной мухи от конкретных значений этого показателя в условиях Тверской области. В этой связи возникает необходимость в выявлении определяющего фактора, активирующего или замедляющего развитие морковной мухи.

Для анализа динамики развития морковной мухи в Тверской области использованы сведения по среднесуточной температуре воздуха и относительной влажности за семидневный период в течение вегетационного периода со дня устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через условный нижний порог развития вредителя ( $+10^{\circ}\text{C}$ ). Как показали наблюдения, на динамику лёта морковной мухи существенно ( $r = 0,746\dots-0,826\dots$ ) влияют оба показателя, выраженные через гидротермический индекс (ГТИ). Значения ГТИ рассчитывали как отношение суммы осадков за семидневный период к сумме значений среднесуточной температуры воздуха после устойчивого перехода через  $+10^{\circ}\text{C}$ , частное от деления необходимо умножить на 10. На основании полученных данных рассчитано уравнение линейной регрессии, позволяющее легко и достаточно надежно прогнозировать сроки лета морковной мухи и её относительную численность:

$$y = 5,22x - 1,45 \pm 0,2,$$

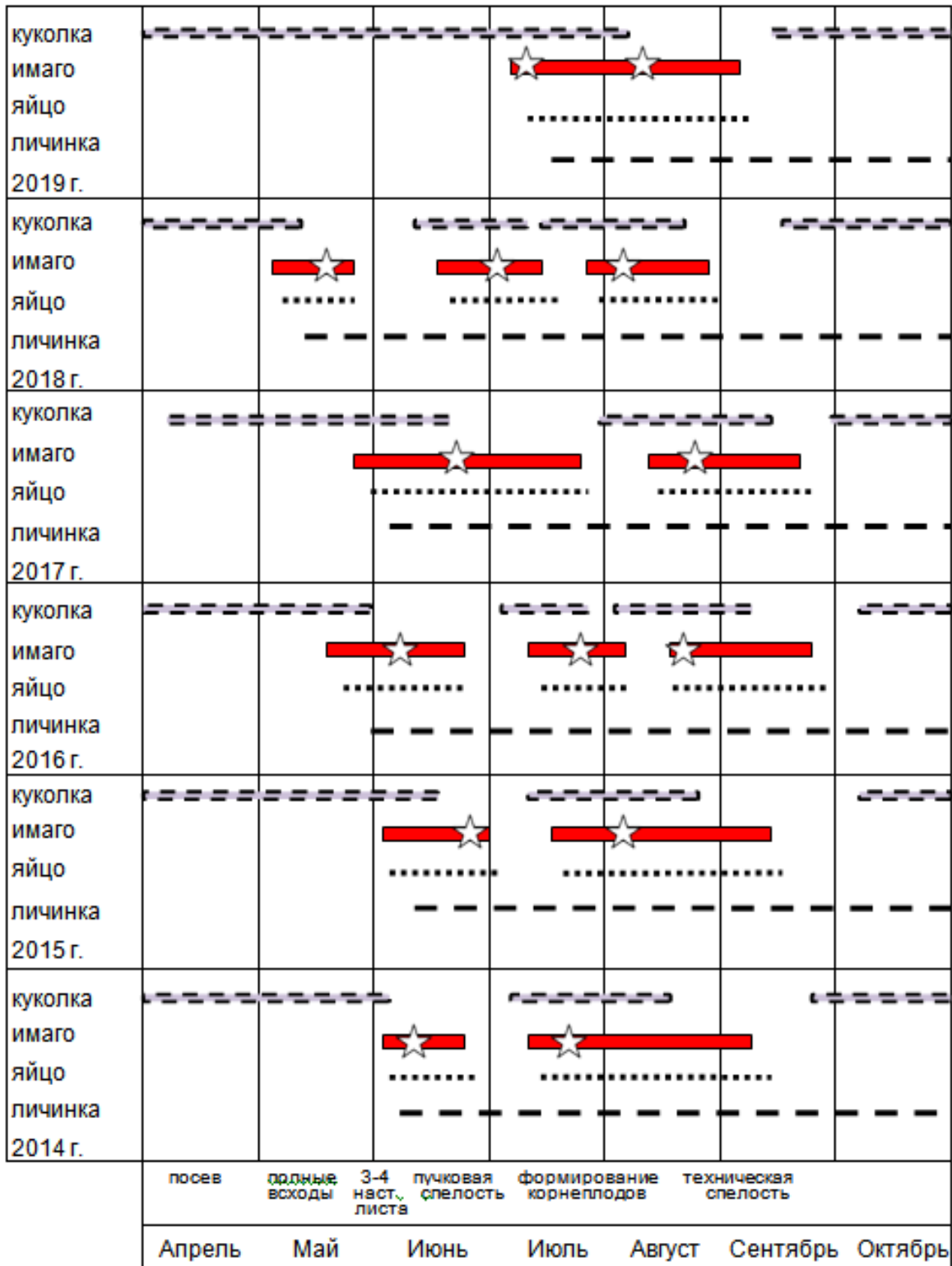
где  $y$  – численность имаго морковной мухи в среднем на 1 желтую клеевую ловушку;

$x$  – значения ГТИ.

Отлов восьми и более имаго на 1 ловушку за семидневный период при  $\text{ГТИ} \geq 2$  свидетельствует о начале массового лёта и пороговой плотности популяции вредителя. Показатель ГТИ можно применять для определения сроков начала лета морковной мухи: началу лёта соответствуют значения  $\text{ГТИ} \geq 1,5$ , показателя суммы эффективных температур не ниже  $20^{\circ}\text{C}$ . При значениях ГТИ, равных нулю, отрождения личинок из яиц не происходит по причине засушливости климата, однако на развитие личинок внутри плодов этот фактор не влияет. Общая продолжительность их развития при питании

корнями моркови и корнеплодами продолжалась до 28-40 дней. Поврежденность кор-

неплодов моркови достигала в 2016 и 2018 гг. 60-68%.



Условные обозначения:

☆ - период массового лёта имаго

Рис. Фенология развития морковной мухи (Тверская область)

Следовательно, степень сопряженности развития морковной мухи с гидротермическим индексом является одним из важнейших факторов, определяющих сроки развития отдельных стадий морковной мухи. Использование этого показателя позволит заблаговременно прогнозировать ожидаемую плотность популяции вредителя, оптимизировать защитные мероприятия и предотвратить массовое размножение морковной мухи.

### Выводы

1. В условиях Тверской области морковная муха зимует в стадии куколки и развивается от одного до трёх поколений за вегетационный период. Поврежденность корнеплодов моркови в благоприятные для вредителя годы (2016, 2018 гг.) достигала 60-68%.

2. Для наблюдения за динамикой развития отдельных стадий морковной мухи предложено использовать новый показатель – гидротермический индекс (ГТИ), являющийся результатом взаимодействия двух факторов – среднесуточной температуры воздуха и относительной влажности за семидневный период, рассчитываемый со дня устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через условный нижний порог развития вредителя (+10°C).

3. Уравнение линейной регрессии с применением ГТИ позволяет прогнозировать сроки лёта и численность имаго морковной мухи. Отлов восьми и более имаго на 1 ловушку за семидневный период свидетельствует о начале массового лёта и пороговой плотности популяции вредителя.

### Библиографический список

1. Нефедова, А. В. Характеристика сортообразцов моркови столовой на относительную устойчивость к морковной мухе / А. В. Нефедова, И. В. Сычева, С. М. Сычев.

– Текст: непосредственный // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIII Международной научной конференции / ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет». – Брянск, 2016. – С. 332-334.

2. Овчаренко, Ф. В. Вредители моркови в условиях Нечерноземной зоны России / Ф. В. Овчаренко, З. В. Николаева. – Текст: непосредственный // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых (12-13 апреля 2018 г., г. Великие Луки) / Великолукская ГСХА. – Великие Луки, 2018. – С. 43-47.

3. Сычева, И. В. Биологические особенности *Psila rosae* F. и оценка поврежденности сортообразцов моркови столовой / И. В. Сычева. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIII Международная научно-практическая конференция (15-16 февраля 2018 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. – Кн. 1. – С. 427-429.

4. Волчкевич, И. Г. Комплексная система защиты моркови столовой от вредных организмов / И. Г. Волчкевич, И. А. Прищеп, Н. Н. Колядко, Ф. А. Попов. – Текст: непосредственный // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2011. – № 2. – С. 37-41.

5. Telfer, Z., Lemay, J., McDonald, M., Scott-Dupree, C. (2018). Assessing new chemical control options for the carrot weevil (*Listronotus oregonensis*) and carrot rust fly (*Psila rosae*) in Ontario. *Crop Protection*. 109: 86-94. 10.1016/j.cropro.2018.03.004.

6. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К. К. Фасулати. – Москва: Высшая школа, 1971. – 424 с. – Текст: непосредственный.

7. Определитель насекомых европейской части СССР / под общей редакцией члена-корреспондента АН СССР Г.Я. Бей-Биенко. Том V. Двукрылые. Блохи. Вторая часть. [Platypezidae-Siphonaptera. Определители по фауне. 103]. – Ленинград, 1970. – С. 115-120. – Текст: непосредственный.

8. Гаврилова, Е. А. Вредители и болезни моркови / Е. А. Гаврилова, Г. А. Бакалова. – Текст: непосредственный // Прогноз появления и распространения вредителей, болезней сельскохозяйственных культур, сорной растительности на территории Ростовской области и рекомендуемые меры защиты в 2004 году. – Ростов на Дону, 2004. – С. 101-102.

9. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. – Москва: ФГБНУ «Росинформгротех», 2016 – 76 с. – URL: <https://refdb.ru/look/1587370-p5.html>. – Текст: электронный.

### References

1. Nefedova A.V. Kharakteristika sortobraztsov morkovi stolovoy na odnositelnyuyu ustoychivost k morkovnoy mukhe / A.V. Nefedova, I.V. Sycheva, S.M.Sychev // Agroekologicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya APK Materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. FGBOU VO «Bryanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet». – Bryansk, 2016. – S. 332-334.

2. Ovcharenko F.V. Vrediteli morkovi v usloviyakh Nechernozemnoy zony Rossii / F.V. Ovcharenko, Z.V. Nikolaeva // Nauchno-tekhnicheskyy progress v selskokhozyaystvennom proizvodstve: materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh (12-13 aprelya 2018 g., g. Velikie Luki) / Velikolukskaya GSKhA. – Velikie Luki, 2018. – S. 43-47.

3. Sycheva I.V. Biologicheskie osobennosti Psila rosae F. i otsenka povrezhdennosti sortobraztsov morkovi stolovoy / I.V. Sycheva // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (15-16 fevralya 2018 g.). – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2018. – Kn. 1. – S. 427-429.

4. Volchkevich I.G. Kompleksnaya sistema zashchity morkovi stolovoy ot vrednykh organizmov / I.G. Volchkevich, I.A. Prishchepa, N.N. Kolyadko, F.A. Popov // Nashe selskoe khozyaystvo: Zhurnal nastoyashchego khozyaina. – 2011. – No. 2. – S. 37-41.

5. Telfer, Z., Lemay, J., McDonald, M., Scott-Dupree, C. (2018). Assessing new chemical control options for the carrot weevil (*Listronotus oregonensis*) and carrot rust fly (*Psila rosae*) in Ontario. *Crop Protection*. 109: 86-94. 10.1016/j.cropro.2018.03.004.

6. Fasulati, K.K. Polevoe izuchenie nazemnykh bespozvonochnykh / K.K. Fasulati. – Moskva: Vysshaya shkola, 1971. – 424 s.

7. Opredelitel nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR (pod obshch. red. chlenakorrespondenta AN SSSR G.Ya. Bey-Bienko). Tom V. Dvukrylye. Blokhi. Vtoraya chast. [Platypezidae-Siphonaptera. Opredeliteli po faune. 103]. – Leningrad, 1970. – S. 115-120.

8. Gavrilova E.A. Vrediteli i bolezni morkovi / E.A. Gavrilova, Bakalova G.A. // Prognoz poyavleniya i rasprostraneniya vreditel'ey, bolezney selskokhozyaystvennykh kultur, sornoy rastitelnosti na territorii Rostovskoy oblasti i rekomenduemye mery zashchity v 2004 godu. – Rostov-na Donu, 2004. – S. 101-102.

9. Ekonomicheskie porogi vredonosnosti vreditel'ey, bolezney i sornykh rasteniy v posevakh selskokhozyaystvennykh kultur: spravochnik. – Moskva: FGBNU «Rosinformgrotekh», 2016 – 76 s. [<https://refdb.ru/look/1587370-p5.html>].