УДК 574.34:632.91

DOI 10.30679/2219-5335-2021-6-72-263-276

ЛЕТ ГРОЗДЕВОЙ ЛИСТОВЕРТКИ И ЕГО СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В УСЛОВИЯХ АМПЕЛОЦЕНОЗОВ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Орлов Олег Валерьевич
мл. научный сотрудник
лаборатории биотехнологического
контроля фитопатогенов и фитофагов

Юрченко Евгения Георгиевна
канд. с.-х. наук
зав. научным центром
защиты и биотехнологии растений

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

В работе на примере данных феромонного мониторинга гроздевой листовертки *(Lobesia botrana* Den. et Schiff.) в ампелоценозах Таманского полуострова представлен процесс разложения данных динамики численности лета вредителя в виде частотного биноминального распределения и ее первичная статистическая оценка. Представлены наблюдаемые и статистические показатели частотного распределения лета этого вредителя трех экономически значимых генераций. Представлены: начало, протяженность лета, центральная тенденция лета и ожидаемый период центральной тенденции, а также, со значительными ограничениями, обозначен период массового лета вредителя, рассчитанный как среднеквадратическое отклонение лета всех особей в периоде. Также были рассчитаны и представлены такие показатели, как эксцесс, асимметрия и другие, которые позволяют лучше понять характер лета вредителя. По рассчитанным данным делаются

UDC 574.34:632.91

DOI 10.30679/2219-5335-2021-6-72-263-276

EUROPEAN GRAPEVINE MOTH FLIGHT AND ITS STATISTICAL RATES IN TAMAN PENINSULA AMPELOCENOSES

Orlov Oleg Valerievich
Junior Research Associate
Laboratory of Biotechnological Control
Phytopathogens and Phytophages

Yurchenko Evgenia Georgievna
Cand. Agr. Sci.
Head of SC Plant Protection
and Biotechnology

Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia

In the paper the process of decomposition of data on the dynamics of the pest population flight in the form of a frequency binomial distribution and its primary statistical assessment is presented on an example of pheromone monitoring data of a European grape moth (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.) in the ampelocenoses of the Taman Peninsula. The observed and statistical indicators of the frequency distribution of the flight of this pest of three economically significant generations are presented. The following are presented: the beginning, the length of flight, the central trend of flught and the expected period of the central trend, and also, with significant limitations, the period of the mass flight of the pest is indicated, calculated as the standard deviation of the flight of all individuals in the period. Also, such indicators as kurtosis, asymmetry and others were calculated and presented, which allow to better understand the nature of the flight of the pest. According to the calculated data, following conclusions are drawn:

выводы о том, что реально наблюдаемый лет гроздевой листовертки более равномерен в сравнении с теоретической абстракцией. В то же время, первый лет более растянут и не устойчив, нежели последующие периоды спаривания, на что указывает влияние абиотических факторов среды. Также по четырем генерациям установлен период полного развития одного поколения гроздевой листовертки в условиях поля. Представлены основные вероятностные показатели и различия между генерациями. Эти данные могут помочь в понимании возрастной динамики популяции гроздевой листовертки и ее вероятностной природы для совершенствования прогноза развития вредителя и сроков проведения защитных мероприятий. Также в работе упоминается ошибочность терминологии в обозначении периодов лета, принятой как в учебной и научной литературе по гроздевой листовертке, так в среде прикладников-аграриев.

Ключевые слова: *LOBESIA BOTRANA*, ГРОЗДЕВАЯ ЛИСТОВЕРТКА, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ, ДИНАМИКА ЛЕТА, ЧАСТОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

the actually observed flight of the European grape moth is more uniform in comparison with the theoretical abstraction. At the same time, the first flight is more stretched and unstable than the subsequent mating periods, as indicated by the influence of abiotic environmental factors. Also, according to four generations, the period of full development of one generation of the European grape moth in field conditions has been established. The main probabilistic indicators and differences between the generations are presented. These data can help in understanding the age dynamics of the population of the European grape moth and its probabilistic nature to improve the forecast of pest development and the timing of protective measures. In the paper is also mentioned the falseness of terminology in the designation of flight periods, adopted both in the educational and scientific literature on the European grape moth, and among farmers.

Key words: LOBESIA BOTRANA, EUROPEAN GRAPE MOTH, PLANT PROTECTION, FLIGHT DYNAMICS, FREQUENCY DISTRIBUTION

Введение. Гроздевая листовертка (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.) – средиземноморский вид, расширяющий свой ареал в регионах промышленного виноградарства. В настоящее время он занял все страны Средиземноморья, страны Ближнего и Среднего Востока, страны Средней Азии [1, 2]. Вредитель распространился вдоль восточного побережья Африки до Кении [3], занял новый для себя ареал обитания в Южной Америке – виноградарские регионы Чили и Аргентины [4]. Также с 2009 по 2014 гг. его обнаруживали в различных регионах Калифорнии в Северной Америке [5], но благодаря работе местной карантинной службы инвайдера удалось уничтожить [6]. В настоящее время во многих странах данный вредный объект включен в карантинные списки [7-10]. Моделируется довольно существенный ареал распространения в Китае [11].

Этот доминирующий фитофаг винограда имеет экономическое значение практически во всех агроэкологических зонах виноградарства Краснодарского края. Повреждает генеративные органы – соцветия и грозди. Его вредящие стадии – гусеницы всех возрастов. Наибольший вред приносит созревающему винограду из-за развития гнилей на поврежденных ягодах [12]. При высокой численности вредителя можно потерять до 75-80 % урожая [13].

Эффективный инсектицидный контроль гроздевой листовертки должен строиться на основе знания фенологии вредителя, поскольку наиболее уязвимой стадией в его жизненном цикле является фаза личинки первых возрастов, когда насекомое наиболее чувствительно к инсектициду. Обнаружение и анализ динамики численности недавно отродившихся гусениц непосредственно в поле может оказаться сложной задачей. Мониторинг динамики лета самцов на феромон (феромонный мониторинг) позволяет справиться с ней, а также дает возможность заранее подготовиться к обработкам, запланировав их в календаре. Отсюда обнаружение пика или пиков лета вредителя по поколениям в каждом конкретном случае технологически важно для защиты урожая.

На динамику лета, на появление и активность конкретной особи листовертки в поле влияет множество факторов, отсюда процесс самого периода лета может рассматриваться стохастически. Появление представителей популяции можно описать в терминах вероятностного распределения на календарной шкале. Фактором распределения является время от начала лета. Ежедневное количество свежеуловленных особей на феромонную ловушку характеризуют частоту вариационного ряда. Хотя график лета по суткам имеет высокие колебания частоты, объединение ближайших дней лета, то есть уменьшение групп вариационного ряда, приводит вид гистограммы к нормальному. Такая форма представления данных динамики численности является основой для создания прогностических моделей.

Целью исследований было описать лет гроздевой листовертки в ампелоценозах Таманского полуострова с помощью стандартных статистических показателей частотного биноминального распределения.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись самцы гроздевой листовертки, отловленные феромонными ловушками. Данные лета гроздевой листовертки были собраны в промышленных насаждениях крупнейшего виноградарского холдинга Краснодарского края АО «Южная» (Темрюкский район, таманская подзона виноградарства) ежегодно методом феромонного мониторинга с 2013 по 2019 гг. включительно на сильно поражаемых западноевропейских сортах винограда.

В наших расчётах были использованы все четыре периода лета. Как среди аграриев, так и в специализированной русскоязычной литературе по гроздевой листовертке распространены ошибочные названия для этих периодов лета. Данная путаница довольно часто встречается в различных группах членистоногих, так J.A. Hyslop опубликовал статью, в которой проясняет англоязычную терминологию, связанную с жизненными циклами насекомых [14]. Первый период лета гроздевой листовертки – это лет тех особей, которые прошли цикл своего развития в предыдущем году и в данном году совершают лет на стадии имаго для спаривания, они должны дать начало первому поколению гроздевой листовертки в новом году. Таким образом, первый период лета, который ошибочно называют первой генерацией, на самом деле только дает первую генерацию вредителя, на которую, собственно, должны быть направлены защитные мероприятия.

В данной статье, чтобы не усложнять восприятие, но и не использовать ошибочную терминологию, название генераций по порядку не использовали. Использовали термины, соответствующие порядку периодов спаривания вредителя в годовом цикле, – периоды лета (табл. 1).

Статистические показатели рассчитывались для первых трех периодов лета в годовом цикле вредителя. Все четыре периода были использованы для расчета показателей периода развития одной генерации.

Таблица 1 – Периоды лета и составляющие их особи соответствующих генераций

Лет по порядку	Генерация	Ошибочное название генераций
I	Завершившие питание гусеницы предыдущего года	I
II	I	II
III	II	III
IV	III	IV

В работе были использованы стандартные статистические методы, применяемые в опытном деле для сельского хозяйства [15, 16, 17]. Ежегодные данные лета были разложены в виде временных рядов в таблицах Excel для каждого периода лета отдельно. Построена таблица вариационных рядов так, чтобы она начиналась с первого наблюдаемого дня лета вредителя. Таким образом, каждые сутки лета в календаре, начиная с первого наблюдаемого дня лета, соответствуют последовательному номеру вариационного ряда. Протяженность лета соответствует размеру вариационного ряда.

Для каждого вариационного ряда были вычислены центральные тенденции и по ним вычислены среднеарифметические для каждой генерации. Эти значения показывают, когда отмечается половина всех вылетевших особей (экватор). По полученным центральным тенденциям вычислена ошибка выборочной средней. Она, по сути, является среднеквадратическим отклонением и показывает, когда вероятностно можно наблюдать центральную тенденцию лета вредителя определенного периода. Для выяснения колебаний центральных тенденций по периодам лета, произведены отношения ошибки выборочной средней к среднеарифметической протяженности лета этих периодов.

Для расчета достоверности различий между центральными тенденциями лета относительно его начала у различных периодов лета, была составлена пропорция отношения центральной тенденции лета от начала лета к его периоду. Статистическая значимость отличия центральных тенденций оценивалась критерием Стьюдента.

Также по вариационным рядам стандартными статистическими методами были вычислены основные отклонения вариационного ряда (среднеквадратическое отклонение) лета всех особей данного периода и их среднеарифметическая. По значениям среднеквадратических отклонений была вычислена ошибка выборочной средней.

Стандартными статистическими методами были рассчитаны эксцесс, асимметрия и коэффициент вариации для всех генераций и для группы из всех периодов лета. Поскольку асимметрии по периодам лета показали значимые различия и не были распределены нормально, коэффициент вариации рассчитывался как отношение среднеквадратичного отклонения к половине периода лета, а не к его центральной тенденции.

Период развития одной генерации гроздевой листовертки рассчитывался как среднеарифметическое разности центральных тенденций в последовательном цикле генераций сезона. Рассчитано его среднеквадратическое отклонение. Также рассчитано среднеарифметическое по генерациям, установлена статистическая значимость критерием Стьюдента.

Расчеты проводились в таблицах Excel и Past 4.03 [18, 19]

Статистические термины, приведенные в работе.

Асимметричность характеризует смещение распределения относительно центральной тенденции.

Нормальное распределение − распределение вероятности, имеющее форму симметричного колокола; его параметры – центральная тенденция и среднеквадратичное отклонение (квадратный корень из дисперсии).

Ошибка выборочной средней – среднеквадратическое отклонение, рассчитанное по центральным тенденциям всех выборок, входящих в данные расчеты.

Среднеквадратичное отклонение – один из способов оценки рассеяния данных, указывает степень отклонения наблюдений от центральной тенденции. Чем больше отклонение, тем больше изменчивость, вариабельность наблюдений.

Центральная тенденция – среднеарифметическая распределения наблюдаемых значений изменчивости выборки.

Эксцесс характеризует остроконечность (положительное значение) или пологость (отрицательное значение) распределения по сравнению с нормальной кривой.

Обсуждение результатов. Наши данные показывают, что в настоящее время в таманской подзоне виноградарства первое появление бабочек гроздевой листовертки приходится на первую или вторую декады апреля. Массовый лет фиксируется с конца апреля-начала мая. Начало лета последующих генераций отмечается в третьей декаде июня и в первой декаде августа. Но в отдельные годы может отмечаться на декаду раньше.

Средняя протяженность первого лета, лета перезимовавших особей, наблюдаемая с помощью феромонных ловушек, – 42 дня. Наиболее протяженный лет, зафиксированный нами для этого периода, – 53 дня, наиболее короткий – 32 дня. Средний период второго лета – 28 дней. По третьему лету расчеты средней не были произведены вследствие неустойчивого его характера – больших колебаний периодов лета, а в отдельные годы, невыраженности.

Статистические показатели лета гроздевой листовертки представлены в таблице № 2, указаны среднеарифметические значения центральных тенденций по генерациям, то есть, когда вылетает половина всех особей

вредителя, экватор. Также в таблице представлена ошибка выборочной средней. Согласно законам нормального распределения, ожидаемая центральная тенденция лета с вероятностью 68 % наблюдается в пределах 2-х среднеквадратичных отклонений или ошибок выборочной средней. Для перезимовавших особей это колебание происходит в довольно широких пределах – 11 дней. А период с вероятность 95 % (4-х кратное значение) наблюдать среднее значение или центральную тенденцию может колебаться в довольно внушительных пределах 23-х дней.

Таблица 2 – Основные показатели частотного распределения лета 2013-2019 годов

Лет	Центральная тенденция		Среднеквадратическое отклонение лета всех особей	
	среднеарифметическое, дата	ошибка выборочной средней, суток	среднеарифметическое, суток	ошибка выборочной средней, суток
I	11 мая	5,7	8,5	1,6
II	30 июня	3,3	5,7	1,9
III	12 августа	4,6	5,7	1,6

Вероятностные колебания центральных тенденций последующих летов – первой и второй генерации – уже не так существенны. С вероятностью 68 % или 2-х среднеквадратических отклонений центральные тенденции находятся в пределах 6-7 и 11 дней для второго и третьего лета соответственно. С вероятностью 95 % это значение 13 и 18 дней соответственно.

Отношение ошибки выборочной средней к среднеарифметической протяженности этого лета перезимовавших особей равно 7,5, а лета второй генерации 8,5. То есть относительное значение периода колебаний центральной тенденции для первого лета листовертки больше, чем для второго лета.

Отношения пропорций центральных тенденций лета к его протяженности показало значимые различия по критерию Стьюдента между первым и вторым летом ($P<0,05$). Среднее значение этих отношений для перезимовавших особей – 57, а для второго лета – 44, что говорит о том, что средне-

арифметическая центральной тенденции лета перезимовавших особей по отношению к его периоду приходится на вторую его половину, а второго периода лета – на первую.

Среднее значение эксцесса всех периодов лета – 0,25, его колебания выражаются в довольно широких пределах, а гистограмма распределения далека от нормального распределения (рис. 1). В то же время существенных различий в значениях эксцесса по генерациям не обнаружено.

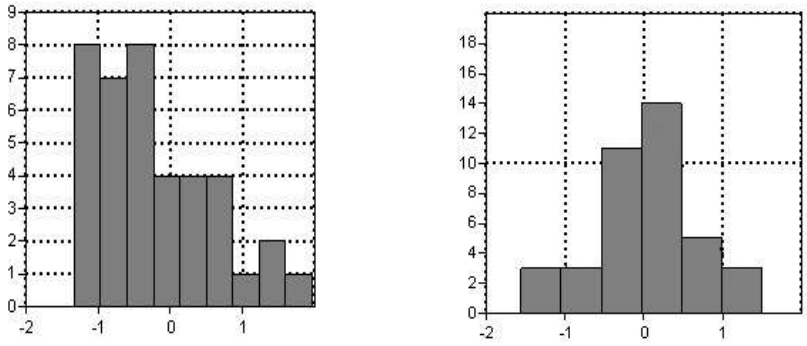

Рис. 1. Гистограмма распределения значений эксцесса (слева) и асимметрии (справа)

Среднее значение асимметрии всех периодов лета 0,05, колебания также выражаются в широких пределах, гистограмма распределения имеет нормальный вид. Хотя оценка критерием Стьюдента не показала значимых различий между асимметриями разных периодов лета, поскольку присутствуют значительные колебания, их среднеарифметические имеют различия (-0,17; 0,10 и 0,20 для трех периодов соответственно). Эксцесс, рассчитанный по значениям асимметрии различных генераций, имеет сильное отрицательное значение для первого периода лета гроздевой листовертки (-1,13) и сильные положительные значения для второго и третьего лета (0,6 и 0,85 соответственно).

Коэффициент вариации не имеет выраженных различий между генерациями, имеет среднее значение 0,41, его стандартное отклонение равняется 0,11.

Также для понимания характера лета вредителя имеет значение, когда ожидается появление основной массы всех его особей. В статистике, при нормальном распределении выборки, на этот вопрос отвечает среднеквадратическое отклонение (табл. 1). Ожидаемый лет 68 % наблюдается в пределах 2-х среднеквадратичных. Ожидаемый лет 95 % вредителя наблюдается в пределах 4-х среднеквадратических отклонений. Также эти значения являются средними и имеют свою ошибку выборочной средней, но она невелика и находится в пределах одного-двух дней.

Периоды развития одной генерации варьировали в широких пределах. Средний период развития поколения – 45,1 суток, стандартное отклонение – 4,9 суток. Можно говорить о том, что срок развития не может проходить меньше чем за 30 дней и больше чем за 60 дней (3-х кратное значение среднеквадратического отклонения). Эксцесс равен 0,53, что говорит о том, что период развития одной генерации значительно чаще приходится на среднее значение, нежели прогнозируется по рассчитанным значениям стандартного отклонения. По значениям среднеквадратического отклонения можно говорить о том, что более чем в 68 % случаев полное развитие одного поколения гроздевой листовертки в поле в условиях воздействия всех видов факторов завершается за 40-50 суток.

Развитие первых двух генераций 44 и 48 суток соответственно, их значения имеют существенные различия ($P<0,05$). В то же время третья генерация развивается быстрее первых двух (39 дней). Различия между средними первых двух и третьей достоверны ($P<0.01$).

Обсуждение результатов. Мы имели достаточно большую выборку, так как каждый наблюдаемый лет в каждой генерации характеризовался большим количеством уловленных особей (до 3300 шт.). Однако реально наблюдаемое частотное биноминальное распределение лета гроздевой листовертки отличается от теоретического нормального распределения, поскольку коэффициент вариации выше допустимого (0,33), принятого для до-

стоверной работы со стандартным отклонением этих данных, как с нормально распределенными показателями [20]. Наблюдаются высокие колебания как асимметрии, так и эксцесса (существенными считаются от 0,5 по модулю (там же)). Повышенный коэффициент вариации говорит о более равномерном лете насекомых в течение всего периода, чем при нормальном распределении. Отрицательный коэффициент эксцесса также говорит о более равномерном, растянутом лете насекомых. Таким образом, можно сделать вывод, что реально наблюдаемый лет гроздевой листовертки более растянут и более равномерен, чем при теоретическом нормальном распределении.

Первый лет значительно длиннее, чем последующие. Значительная протяженность первого лета вредителя, в сравнении с последующими, по всей видимости, связана с неустойчивыми погодными факторами среды в период ухода на зимовку и выхода из нее для пойкилотермных животных. Также ошибка выборочной средней значительно выше для первого лета, что также говорит о более неустойчивом характере лета перезимовавших особей. Еще одним фактом, служащим подтверждением влияния абиотических факторов, является более вытянутое начало первого лета. Так, его средняя асимметрия имеет отрицательные значения, в то время как лет последующих генераций – небольшие положительные значения. Это означает, что среднеарифметическая центральная тенденция находится во второй половине периода лета, тогда как в последующих генерациях наблюдается обратная тенденция. Тот же факт отрицательной асимметрии подтверждается показателями пропорции отношений центров лета к его протяженности.

Также, в следствие значительного превышения нормы коэффициентом вариации и отрицательных значений эксцесса, реальный ожидаемый массовый лет превышает значения теоретического стандартного отклонения лета всех особей, рассчитанных по законам нормального распределения. Но и в этом случае статистика лета есть теоретическое обобщение и не исключает необходимости в каждом конкретном случае отслеживания всех пиков массового появления бабочек.

По нашим расчетам с высокой долей вероятности, поскольку имеется значительный положительный эксцесс, период развития одной генерации гроздевой листовертки приходится на период 40-50 дней, среднее значение – 45 дней и не выходит за пределы 30-60 дней. Скорость развития генераций увеличивается в цикле поколений и осенняя, третья генерация развивается в районе 40 дней.

Выводы. В работе представлены наблюдаемые и статистические показатели динамики частотного распределения лета гроздевой листовертки трех экономически значимых периодов лета.

Показаны: начало, протяженность лета, центральная тенденция лета и ожидаемый период центральной тенденции, а также, со значительными ограничениями, обозначен период массового лета. Реально наблюдаемый лет гроздевой листовертки более растянут и более равномерен, чем при теоретическом нормальном распределении. В то же время, первый лет более растянут и неустойчив по сравнению с последующими периодами спаривания, что связано с влиянием абиотических факторов среды. Установлен период полного развития одного поколения гроздевой листовертки в условиях поля. Представлены основные вероятностные показатели и различия между генерациями.

Эти данные могут помочь в понимании возрастной динамики популяции гроздевой листовертки и ее вероятностной природы для совершенствования прогноза развития вредителя и сроков проведения защитных мероприятий.

Литература

1. EPPO Global Database. – URL: https://gd.eppo.int/taxon/POLYBO/distribution/KE (дата обращения 06.10.2021)

2. Bounaceur F. Preliminary study of the Grape moth Lobesia botrana (Denis & Schiffermuller, 1776) (*Lepidoptera: Tortricidae*) at Mitidja Vineyards Area, Algeria // International Journal of Science and Advanced Technology – 2011. – Vol.1, №4. P. 9–18

3. Le Pelley, R.H. Agricultural Insects of East Africa. – Nairobi: East Africa High Commision, 1959. – 307 pp.

4. Programma nacional Lobesia botrana. – URL: https://assets.ippc.int/static/media/files/pestreport/2020/03/10/estrategia_pnlb_2019-2020.pdf (дата обращения 06.10.2021)

5. Gilligan T.M., Epstein M.E., Passoa S.C. Discovery of *Lobesia botrana* ([Denis & Schiffermüller]) in California: An Invasive Species New to North America (*Lepidoptera: Tortricidae*) // Proceedings of the Entomological Society of Washington – 2011. – Vol. 113 – №1. P 14–30. https://doi.org/10.4289/0013-8797.113.1.14

6. APHIS Declares Eradication of European Grapevine Moth (Lobesia botrana) and Eliminates All Quarantine Areas in California. – URL: https://www.pestalerts.org/official-pest-report/aphis-declares-eradication-european-grapevine-moth-lobesia-botrana-and (дата обращения 06.10.2021)

7. Lobesia botrana (European grapevine moth) - Fact Sheet. – URL: https://inspection.canada.ca/plant-health/invasive-species/insects/european-grapevine-moth/factsheet/eng/1326832076174/1326832179736

8. Schartel T.E. Reconstructing the European Grapevine Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*), Invasion in California: Insights From a Successful Eradication // Annals of the Entomological Society of Ameryca – 2019. – Vol. 112, №2. P. 107–117. https://doi.org/10.1093/aesa/say056

9. Nadel H. Postharvest Irradiation Treatment for Quarantine Control of the Invasive *Lobesia botrana* (*Lepidoptera Tortricidae*) // Journal of Economic Entomology – 2018. – Vol.111, №1. P. 127–134. DOI: 10.1093/jee/tox317

10. Plant Quarantine Requirements for Chilean Grape to Korea – URL: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/addendum_lb_uva_arandano_kiwi_y_cereza_20170623.pdf (дата обращения 06.10.2021)

11. Lv W. Maximum entropy niche-based modeling of potention Georaphical distriburion of *Lobesia botrana* // Computer and Computing Tehnologies in Agriculture: 5th IFIP EC 5 SIG 5.1 Conference / Beijing, China, October 29-31, 2011.

12. Moosavi F.K., Cargnus E., Torelli E. Is the existence of a mutualistic relationship between Lobesia botrana and Botrytis cinerea well-founded // Insect Biochem Physiology – 2020. – Vol.103, №4 doi: 10.1002/arch.21655

13. Юрченко Е.Г. Биотехнологии контроля вредителей на виноградниках: экологические основы и особенности применения: монография. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. 143 с.

14. Hyslop J.A Giving Meaning to the Terms, Brood and Generation // Journal of Economic Entomology – 1938 – Vol. 31, №5. P. 557–559

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

16. ГОСТ Р 50779.21–2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Нормальное распределение. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 43 с.

17. Gomez K.A., Gomez A.A. Statistical procedures for agricultural research. Second Edition. – N.Y.: John Wiley & Sons, 1983. – 680 p.

18. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. – Vol. 4, № 1. P. 4-9.

19. PAST - PAleontological Statistics. Version 4.03. Reference manual. – Oslo: Natural History Museum, 2020. – 288 pp.

20. Изучение нормального закона распределения случайных величин. Методические указания. ГОУ ВПО Воронежская Государственная Медицинская Академия им. Н.Н. Бурденко. Воронеж, 2009. 4 с.

References

1. EPPO Global Database. – URL: https://gd.eppo.int/taxon/POLYBO/ distribution/KE (data obrashcheniya 06.10.2021)

2. Bounaceur F. Preliminary study of the Grape moth Lobesia botrana (Denis & Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera: Tortricidae) at Mitidja Vineyards Area, Algeria // International Journal of Science and Advanced Technology – 2011. – Vol.1, №4. P. 9–18

3. Le Pelley, R.H. Agricultural Insects of East Africa. – Nairobi: East Africa High Commision, 1959. – 307 pp.

4. Programma nacional Lobesia botrana. – URL: https://assets.ippc.int/static/media/files/pestreport/2020/03/10/estrategia_pnlb_2019-2020.pdf (data obrashcheniya 06.10.2021)

5. Gilligan T.M., Epstein M.E., Passoa S.C. Discovery of Lobesia botrana ([Denis & Schiffermüller]) in California: An Invasive Species New to North America (*Lepidoptera: Tortricidae*) // Proceedings of the Entomological Society of Washington – 2011. – Vol. 113 – №1. P 14–30. https://doi.org/10.4289/0013-8797.113.1.14

6. APHIS Declares Eradication of European Grapevine Moth (*Lobesia botrana*) and Eliminates All Quarantine Areas in California. – URL: https://www.pestalerts.org/official-pest-report/aphis-declares-eradication-european-grapevine-moth-lobesia-botrana-and (data ob-rashcheniya 06.10.2021)

7. Lobesia botrana (European grapevine moth) - Fact Sheet. – URL: https://inspection.canada.ca/plant-health/invasive-species/insects/european-grapevine-moth/factsheet/eng/1326832076174/1326832179736

8. Schartel T.E. Reconstructing the European Grapevine Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*), Invasion in California: Insights From a Successful Eradication // Annals of the Entomological Society of Ameryca – 2019. – Vol. 112, №2. P. 107–117. https://doi.org/

10.1093/aesa/say056

9. Nadel H. Postharvest Irradiation Treatment for Quarantine Control of the Invasive *Lobesia botrana* (*Lepidoptera Tortricidae*) // Journal of Economic Entomology – 2018. – Vol.111, №1. P. 127–134. DOI: 10.1093/jee/tox317

10. Plant Quarantine Requirements for Chilean Grape to Korea – URL: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/addendum_lb_uva_arandano_kiwi_y_cereza_20170623.pdf (data obrashcheniya 06.10.2021)

11. Lv W. Maximum entropy niche-based modeling of potention Georaphical distriburion of Lobesia botrana // Computer and Computing Tehnologies in Agriculture: 5th IFIP ES 5 SIG 5.1 Conference / Beijing, China, October 29-31, 2011.

12. Moosavi F.K., Cargnus E., Torelli E. Is the existence of a mutualistic relationship between Lobesia botrana and Botrytis cinerea well-founded // Insect Biochem Physiology – 2020. – Vol.103, №4 doi: 10.1002/arch.21655

13. Yurchenko E.G. Biotekhnologii kontrolya vreditelej na vinogradnikah: ekologicheskie osnovy i osobennosti primeneniya: monografiya. Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2018. 143 s.

14. Hyslop J.A Giving Meaning to the Terms, Brood and Generation // Journal of Economic Entomology – 1938 – Vol. 31, №5. P. 557–559

15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

16. GOST R 50779.21–2004 Statisticheskie metody. Pravila opredeleniya i metody rascheta statisticheskih harakteristik po vyborochnym dannym. Normal'noe raspredelenie. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004. 43 s.

17. Gomez K.A., Gomez A.A. Statistical procedures for agricultural research. Second Edition. – N.Y.: John Wiley & Sons, 1983. – 680 p.

18. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. – Vol. 4, № 1. P. 4-9.

19. PAST - PAleontological Statistics. Version 4.03. Reference manual. – Oslo: Natural History Museum, 2020. – 288 pp.

20. Izuchenie normal'nogo zakona raspredeleniya sluchajnyh velichin. Metodicheskie ukazaniya. GOU VPO Voronezhskaya Gosudarstvennaya Medicinskaya Akademiya im. N.N. Burdenko. Voronezh, 2009. 4 c.