

Все это имеет большое научное и хозяйственное значение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
2. Дубровин В.В. Организация защиты растений от вредных организмов. – Саратов, 2016. – 388 с.
3. Дубровин В.В. Совершенствование методов учета и прогноза в системе мониторинга за кольчататым коконопрядом (*Malacosoma tria* L.) в защите древесных растений // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 3. – С. 26–28.
4. Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации / В.Т. Алехин [и др.]. – Воронеж, 1988. – 335 с.
5. Массовые хвое- и листогрызущие вредители

леса / С.Г. Гамаюнов [и др.]. – Харьков, 1999. – 172 с.  
6. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых / А.И. Ильинский [и др.]. – М., 1965. – 524 с.

**Дубровин Владимир Викторович**, д-р биол. наук, проф. кафедры «Защита растений и плодово-овощеводство», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Младенцев Виктор Евгеньевич**, аспирант кафедры «Защита растений и плодово-овощеводство», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-27-83.

**Ключевые слова:** златогузка; зимующие гнезда; экспресс-метод учета; прогноз.

#### EXPRESS METHOD OF ACCOUNTING AND FORECASTING BROWN-TAIL MOTH (EUPROKTIS CHRISORRHOEA L.) IN FOREST AND GARDEN PLANTATIONS

**Dubrovин Vladimir Viktorovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the chair "Plant Protection and Horticulture" Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Mladentsev Viktor Evgenievich**, Post-graduate Student of the chair "Plant Protection and Horticulture" Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Keywords:** brown-tail moth; winter nests; express accounting method; forecast.

*The biological peculiarities of brown-tail moth, a dangerous pest of many tree and garden plantings, were studied in order to develop a rapid method for obtaining sufficiently fast and reliable accounting and forecasting data. A comparative description of the existing methods of accounting of brown-tail moth in forest plantations and in garden ones has*

*been carried out. It has been established that the accounting methods adopted in production are devoid of statistical justification and data on the size and number of accounting units. It is shown that the most informative indicator for obtaining data on the population of stands is the development of phytophage at the caterpillar phase in winter nests. Mass counts of winter nests with a simultaneous estimate of the number of caterpillars in them and the degree of nibbling of plantations made it possible to identify the relationship between these values. Tables for quick determination of the required sample size with three levels of accuracy are developed. A table establishing the number of pest larvae depending on the size of wintering nests has been developed. A model that allows predicting the degree of expected damage to plantings by a pest has been obtained.*

УДК632.754.1

## ВРЕДНОСТЬ ИМАГО И ЛИЧИНОК ПШЕНИЧНОГО ТРИПСА (*HAPOLOTHRIPS TRITICI* KURD.), ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**ЕМЕЛЬЯНОВ Николай Архипович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**ЕСЬКОВ Иван Дмитриевич**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**КРИТСКАЯ Елена Евгеньевна**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

*Проанализированы известные методы определения вредоносности трипсов. Показана их недостаточная объективность. Предлагается новый подход в виде логической модели, которая определяет время, место, условия и последовательность проведения исследований по изучению вредоносности имаго и личинок трипса. Данный метод позволяет на одних и тех же изолированных модельных растениях определять суммарную вредоносность имаго и личинок трипса и выделять показатели вредоносности и вредоносности отдельных стадий фитофага. Показана практическая реализация логической модели, в результате чего установлена суммарная вредоносность имаго и личинки трипса на яровой пшенице – 6,6 мг потеря урожая с колоса. Впервые показана вредоносность имаго, составляющая 4,9 мг/особь, и личинок – 1,71 мг/особь, что в 2,86 раза меньше.*

**Введение.** Пшеничный трипс (*Haemaphysalis tritici* Kurd.), размножаясь на посевах пшеницы, наносит значительный урон зерновому хозяйству. Личинки его питаются отдельными зерновками в

колосьях пшеницы и снижают их абсолютный вес. Поврежденность зерна зависит от численности личинок и изменяется по разным данным от 19,6 до 73,7% [21] и от 35 до 90,6% [11]. В многочисленных





публикациях [5, 14, 22], начиная с 1912 г. [9], находим информацию о том, что повреждения трипсов приводят к потерям урожая от 0,08 до 0,34 т/га, или снижают его от 2 до 45 % [3, 13, 17]. Приведенные данные можно отнести лишь к потерям урожая от повреждения отдельных зерновок личинками трипса.

По вредоносности имаго в литературе имеются гипотетические утверждения, основанием для которых служит характер наносимых фитофагом повреждений. Ю.Б. Шуровенковым, Р.Н. Фисечко и другими исследователями в деталях описаны проявления внешних признаков повреждения вегетативных органов растений фитофагом [19, 21]. До трубкования стеблей имаго трипсов сосредотачиваются во влагалищах листьев и питаются их соком. Образуются побелевшие пятна, задерживается рост и развитие листовых пластинок. В трубкование и колошение фитофаг находит наиболее благоприятные экологические и трофические условия во влагалищах верхних листьев, образующих обертку колоса. Питание здесь (соком верхушечного листа и колосковых чешуек) приводит к их обесцвечиванию, преждевременному отмиранию, скручиванию по оси листовой пластинки, задержке выколашивания. Снижается ассимиляционная способность поврежденных вегетативных органов. Установлено, что наиболее интенсивный прирост органической массы растения происходит в период их выколашивания, т. е. когда указанные повреждения могут снижать процесс ассимиляции и продуктивность растений [8, 20, 21]. В более поздних исследованиях [7, 18, 21] находим утверждение, что в здоровом растении флаговый лист и колосковые чешуйки обеспечивают до 25 % фонда налива зерна. В этом случае уже нельзя отрицать несомненный вред имаго. Однако в литературе совершенно отсутствуют количественные показатели вредоносности имаго пшеничного трипса. К.П. Гриванов [3] еще в 1958 г. сказал, что вредоносность имаго, связанная с повреждениями влагалищ листьев и колосковых чешуек, является невыясненной. Таковой она оставалась до недавнего времени по причине отсутствия методики определения вредоносности.

Нами впервые предложена методика определения вредоносности имаго, в которой заложена возможность определения снижения массы одной неповрежденной личинками трипса зерновки в колосьях с разной численностью питающихся на них особей имаго [2]. Л.В. Букановой [1] с применением данной методики установлены количественные показатели вредоносности (снижение массы зерна в колосе при питании на нем одной особи вредителя) имаго трипсов на озимой пшенице. В среднем за три года она составила 12,6 мг/особь с варьированием по годам от 4 до 26 мг. Средняя за тот же период вредоспособность личинок равня-

лась 1,91 мг/особь с варьированием от 1,1 до 3,02 мг/особь. Полученные результаты свидетельствуют о высокой степени вредоспособности имаго. При углубленном анализе установлена ошибка в применении методики, состоящая в том, что отбор неповрежденных личинками зерновок для определения массы одной исполнитель не выдерживался. С одних колосьев отбиралось 5 верхних с других 5 нижних зерновок. Не было учтено, что в любом колосе средняя масса верхней зерновки выше, чем нижней. С внесением поправки данная методика была применена С.А. Масляковым в 2015 г. на яровой пшенице [11]. Средняя за 3 года (2011–2013 гг.) вредоспособность имаго составила 4,9 мг с варьированием от 3,8 до 5,2 мг, что в 4,6 раза меньше, чем на озимой пшенице. Вредоспособность личинок на яровой пшенице равнялась 1,71 мг с варьированием от 1,48 до 1,84 мг. Но как на озимой, так и на яровой пшенице вредоспособность имаго была выше, чем личинок.

По исследованиям А.А. Данилюк, Ю.Б. Шуровенкова, В.И. Танского [4, 17, 21], с повышением плотности личинок в колосе и учетом их питания возрастает угнетение зерновок с задержкой их развития и увеличиваются не только общие потери урожая, но и потери в пересчете на одну личинку с 1,4 до 2,22 мг. Данные результаты получены методом сравнения массы неповрежденных и поврежденных зерновок. Ю.Б. Шуровенков и В.И. Танский [17, 21] по степени повреждения разделяют зерновки на три категории: со слабым повреждением – потеря массы от 2,6 до 8 %, со средним – от 8,1 до 12,2 % и с сильным – от 12,2 до 18,6 %.

Возникает закономерный вопрос. Насколько объективны показатели вредоносности личинок, полученные разными исследователями методом сравнения массы неповрежденных и поврежденных зерновок? Мы не исключаем субъективизма в оценке степени повреждения зерновок фитофагом. Допускаем, что к неповрежденным зерновкам можно отнести крупные зерновки со следами слабого, а иногда и среднего повреждения. Это так же важно, как если не учитывать избирательность личинок при изучении их вредоспособности. Таким образом, известные методы изучения вредоспособности пшеничного трипса не отличаются объективностью, поэтому возникает необходимость их совершенствования.

Цель данной работы – на основе системного анализа разработать методику изучения вредоспособности имаго при повреждении им вегетативных органов растения, имаго и личинки при однотипном характере повреждения генеративных органов и личинки, повреждающей только зерновки.

**Методика исследований.** В ходе исследований определяли повреждаемость зерна личинками трипса в зависимости от их количества и количест-



ва зерен в колосе; изучали наличие или отсутствие у личинок трипса избирательной способности при питании их зерновками колоса; разрабатывали логическую модель применения методов изучения вредоспособности и вредоносности имаго и личинок трипса на посевах пшеницы.

Исследования проводили на краях производственных посевов шириной 0–120 м с учетом закономерности их заселения фитофагом, проявляющейся в максимальной его численности в краевой части с постепенным уменьшением при удалении по направлению к центру поля [2].

Избирательную способность личинок изучали в период от колошения до молочной спелости зерна, когда практически прекращается отрождение личинок, проводили учеты их численности. Повреждаемость зерна определяли в изолированных колосьях, ее зависимость от количества зерен и личинок в колосе – с помощью регрессионного анализа.

Изучение вредоспособности и вредоносности проводили с применением системного анализа в два этапа: первый – построение (разработка) логической модели исследования с теоретическим обоснованием места, времени и последовательности применяемых методик; второй – практическая реализация логической модели.

**Результаты исследований.** При разработке методики определения вредоспособности имаго и личинок важно не предполагать, а знать наличие или отсутствие у личинок фитофага избирательной способности относительно повреждаемых зерновок. Для этого в период от колошения до молочной спелости зерна проводили четыре учета. Их результаты свидетельствуют (табл. 1), что отрождение личинок зафиксировано в начале колошения, 95 % обнаруженных особей от общей численности сконцентрировано в нижней части колоса и 5 % в средней. В дальнейшем по мере отрождения личинок их количество от цветения до молочной спелости возрастало с 18 до 32 особей на колос, из которых от 80 до 97 % пребывали и питались на зерновках средней части колоса. На зерновках нижней части колоса питались не более 2–5 % и на верхней – 1–2 % особей.

Таким образом, в период от начала формирования зерна и до молочной спелости от 80 до 90 % особей сосредотачивались на 10 самых крупных зерновках центральной части колоса со средней численностью 3 особи на каждой. Можно предположить, что на одних зерновках питалось по 2 особи, на других – по 3–4 или даже 5. Таким образом, даже при численности личинок 51 и 75 экз. и 34–35 зерновках в колосе в среднем по 1,5 и 2,1 особи приходится на каждую зерновку. Максимальная поврежденность зерна составит 60–85 %, при которой на каждой поврежденной зерновке в среднем питалось по (51/20 и 75/30) 2,6 личинки.

Из данных Ю.В. Попова и М.А. Володиче-

ва [15] следует, что при 35 и 45 личинках на колос повреждались в основном только крупные зерновки и незначительная часть зерновок ниже и выше средней части колоса. Поэтому в колосьях не оставалось крупных неповрежденных зерновок, по которым можно было бы определить снижение массы поврежденными зерновками. Как показывают исследования, при численности личинок выше 25–30 экз./колос все самые крупные зерновки средней части колоса будут иметь степень повреждения от 2 до 3 баллов.

Таким образом, при разработке методики определения вредоспособности и вредоносности трипсов учитывались особенности заселения посевов фитофагом и характер вредоносной деятельности. Нами разработана логическая модель изучения вредоспособности и вредоносности имаго и личинок трипса, которая определяет место, время, последовательность применения полевых, лабораторных и статистических методов исследования и в значительной мере позволяет определить вред, наносимый каждой стадией вредителя.

Логическая модель представлена отдельными блоками.

1. Первый блок – агроценоз пшеничного поля – первичная агроэкологическая система с множеством взаимодействующих составляющих – растения, фитофаги, энтомофаги и др.

В.И. Танский [17] считает, что изучение вредоносности одного вида в таких системах затруднено и допускается выделение изучаемых элементов системы. В нашем случае во втором блоке логической модели выделяется подсистема «растение – фитофаг».

2. Подсистема «растение – фитофаг» организуется в период колошения – цветения пшеницы при максимальной численности имаго трипсов, сосредоточенных в верхней части стеблей. Через каждые 3–4 м от края посева по направлению к его центру при помощи полиэтиленовых пакетов изолируется верхняя часть вместе с верхушечным листом, колосом и находящимися на них трипсами (не менее 30 главных стеблей).

3. Третий блок состоит из сохраняемых до уборки урожая изолированных колосьев с саморасширяющимися подсистемами «растение – имаго – личинки трипса». Таким образом обеспечивается прохождение всего цикла взаимоотношений в системе «фитофаг – растение» при исключении воздействия других составляющих на агроэкологическую систему элементов.

4. Перед уборкой урожая отдельно срезаются подсистемы вместе с изоляторами. В лаборатории в каждой из них подсчитывается количество имаго (они будут погибшие). Учитывая свойственную личинкам избирательную способность, второе уточнение методики состоит в том, что из каждого колоса перед обмолотом и подсчетом



количества личинок отделяется не по 5 зерен верхней или нижней части колоса, а по 2 самых верхних и самых нижних зерна. При высокой численности личинок трипса (выше 75 экз./колос) можно ограничиться отбором только 2 зерен в верхней части колоса, которые с наибольшей вероятностью не будут повреждены личинками трипса. Данные зерновки отличает наибольшая идентичность физиологического их развития в разных колосьях.

Категорически исключается определение средней массы неповрежденной зерновки из всех обнаруженных в колосе, так как в разных колосьях их количество будет неодинаковым. В колосьях, где было мало личинок, неповрежденных зерен будет больше. Здесь могут присутствовать зерновки из средней части колоса, которые увеличат среднюю массу неповрежденной зерновки. При включении таких зерновок в регрессионный анализ получим заведомо необъективную завышенную оценку вредоносной деятельности имаго.

5. В пятом блоке по результатам лабораторного анализа подсистем статистическим методом множественной регрессии устанавливается зависимость массы одной мелкой неповрежденной зерновки  $Y$  от количества зерен  $X$  в колосе и количества имаго  $X_1$  на колосе:

$$Y = A + BX - CX_1, \quad (1)$$

где коэффициент  $B$  при аргументе  $X$  покажет изменения средней массы зерновки в колосе, мг, при изменении количества зерен в колосе на единицу, а коэффициент  $C$  при аргументе  $X_1$  – уменьшение массы, мг, одной неповрежденной личинками зерновки при увеличении количества питающихся на колосе имаго на одну особь.

Приводим в качестве примера реализацию лабораторного анализа. Средняя масса неповрежденной нижней зерновки колоса равна 26 мг, верхней – 27,2 мг, средней – 26,6 мг; среднее количество зерен в колосе – 30 шт., средняя масса 1 зерновки колоса – 41,4 мг, средняя масса зерна с колоса – 1,271 г, среднее количество имаго на колос – 21,1 и личинок – 29,2.

В трех уравнениях множественной регрессии (в каждом изменялся аргумент  $X_1$  – масса мелкой неповрежденной зерновки) получен практически одинаковый результат (1,1) – снижение массы средней из верхней и нижней зерновок на 0,19 мг.

$$Y = 31 + 0,0056X - 0,19X_1,$$

$$R = 0,956, F_{\phi} = 436, > F_{05} = 323,$$

$$tX = 0,08 < t_{0,5} = 2,04. \quad (1.1)$$

Следовательно, при анализе подсистем допускается для определения массы одной неповрежденной зерновки отбирать 2, но только в верхней или нижней части колоса каждой подсистемы.

6. В шестом блоке определяем в чистом виде вредоспособность имаго  $M$  – снижение продуктивности растения при питании одной особи. Ее можно представить как произведение показателя снижения массы одной мелкой зерновки от питания одной особи  $C$  на все зерновки колоса  $N$ :

$$M = CN. \quad (2)$$

$$M = 0,19 \cdot 30 = 5,7 \text{ мг}, \quad (2.1)$$

5,7 мг потерь зерна при 30 зерновках в колосе – это вредоспособность имаго.

Возможность экстраполяции показателя снижения массы одной неповрежденной личинками зерновки трипсов на все зерновки колоса обосновывается тем, что поврежденные личинками зерновки не утрачивают функциональной связи с колосом весь период вегетации. Они, как и все неповрежденные, в равной степени недополучают ассимилянтов в собственный фонд налива, что доказано при определении снижения массы мелких неповрежденных зерновок из разных частей колоса.

7. По вредоспособности имаго определяется вредоносность популяции  $W$  – снижение продуктивности колоса от повреждения колосковых чешуек и листьев растения множеством особей  $N_1$  представляется как произведение вредоспособности имаго  $M$  на количество питающихся особей на стебле (колосе) растения  $X_1$ :

$$W = MX_1; \quad (3)$$

$$W = 5,7 \cdot 21,1 = 120,3 \text{ мг, или } 0,120 \text{ г.} \quad (3.1)$$

Таким образом, при питании на стебле 21,1 особи имаго его продуктивность снижается на 120 мг, или на 0,120 г.

Каким методом определить вредоспособность личинок и как ее отделить от вредоспособности имаго? Этот вопрос рассмотрим в последующих блоках логической модели. Но прежде следует сказать об успешном завершении исследований по определению вредоносности и вредоспособности имаго при повреждении им вегетативных органов растений. Данные повреждения снижают продуктивность колоса не за счет отдельных зерновок, а за счет снижения массы каждой на определенное количество миллиграмм. Важно, что данные повреждения наносят вред растениям до повреждения их личинками и имаго с иным характером повреждения растений. Следует полагать, что нет необходимости разделения вредоспособности имаго и личинок при повреждении ими генеративных органов растений от первичной вредоспособности имаго. Они будут происходить на новом фоне развития растений – поврежденных и снизивших свою продуктивность, но сохранивших ее для иного характера повреждений без учета первичного повреждения.

8. В восьмом блоке положено начало исследованию вредоспособности и вредоносности имаго



и личинок при повреждении ими цветков в колосках пшеницы. Также повреждения приводят к пустозёрности колосков и снижению количества зерен в колосе. Исследования проводятся в тех же подсистемах, используя длину колоса, количество зерен в нем, личинок и имаго. Регрессионным анализом множественной регрессии интегрального характера определяем зависимость количества зерен в колосе  $Y_1$  от его длины  $X_3$ , количества имаго на колосе  $X_1$  и личинок в колосе  $X_2$ .

$$Y_1 = A + B_1X_3 + C_2X_1 + DX_2. \quad (4)$$

В связи со значительным варьированием показателей вредоспособности имаго и личинок трипса не только по годам, но и в пределах одного года и даже одного посева приводим результаты 7 анализов множественных (интегральных) регрессий в среднем за 3 года исследований (табл. 1).

В табл. 1 приведены показатели вредоспособности имаго и личинок по каждому анализу в среднем. В числителе дано снижение урожая в долях зерновки, в знаменателе – потери, мг зерна. Варьирование показателей вредоспособности имаго от 0,64 мг (2012 г.) до 11,59 мг. Средняя вредоспособность имаго равняется 3,35 мг потерь зерна. По личинкам также отмечено варьирование от 0,0 (2013 г.) до 4,76 мг (2011 г.). Средний показатель вредоспособности личинки – 1,24 мг потерь зерна, что в 2,7 раза меньше вредоспособности имаго.

Показатель вредоспособности может изменяться в значительных пределах. Он зависит от активности поведения стадий вредителя. При повышенной температуре окружающей среды повышается и активность фитофага, и его вредоспособность. В связи с этим для практического руководства следует ориентироваться на средний многолетний показатель вредоспособности имаго и личинок трипса при повреждении ими генеративных органов растения.

Преимущество применения интегрального уравнения множественной регрессии состоит в том, что в нем обязательно проявляется вредоспособность имаго и личинки или одной из стадий. Но в любом случае сумма показателей вредоспособности имаго и личинки в интегральном уравнении всегда ниже таковой в индивидуальных уравнениях (уравнения, в которых отдельно изучается проявление вредоспособности имаго и личинки) в среднем в 1,8 раза. Такое явление отмечается постоянно, оно происходит за счет «перетекания» потерь урожая от имаго к личинкам при определении вредоспособности последних. Обратный процесс происходит при определении вредоспособности имаго. Указанное «перетекание» отмечается и в интегральных уравнениях, но все это происходит на фоне более объективной оценки общей вредоспособности фитофага. Объяснением возможного повышения вредоспособности личинок или имаго может служить одинаковый характер наносимых повреждений, а главное высокая теснота связи между численностью имаго на стебле (колосе) и личинками в колосе. Она характеризуется коэффициентами корреляции от 0,968 до 0,990 в изолированных колосьях и от 0,861 до 0,944 в неизолированных при учете численности в период налива зерна.

Таким образом, наиболее объективным способом определения суммарной вредоспособности имаго и личинок при повреждении ими генеративных органов можно считать применение интегрального регрессионного анализа. Для установления вредоносности популяции имаго и личинок при повреждении генеративных органов рекомендуем формулу:

$$W_1 = C_2X_1 + DX_2, \quad (5)$$

где  $W_1$  – суммарная вредоносность имаго и личинок трипса при повреждении генеративных органов растения;  $C$  – вредоспособность имаго, в долях зерновки;  $X_1$  – количество имаго на колосе;

Таблица 1

**Вредоспособность имаго и личинок трипса при повреждении ими генеративных органов растений яровой пшеницы (установлена интегральными уравнениями)**

| Год     | Количество анализов | Вредоспособность имаго, в долях зерновки / мг зерна | Вредоспособность личинки, в долях зерновки / мг зерна | Всего потерь, мг |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 2011    | 3                   | 0,0<br>0,058/2,39<br>0,0                            | 0,115/4,76<br>0,0<br>0,039/1,61                       | 8,75             |
| 2012    | 2                   | 0,0<br>0,031/1,28                                   | 0,045/1,86<br>0,01/0,41                               | 3,35             |
| 2013    | 2                   | 0,28 / 11,59<br>0,199 / 8,20                        | 0,0                                                   | 19,79            |
| Всего   |                     | 0,566 / 23,46                                       | 0,209/ 8,64                                           |                  |
| Среднее |                     | 0,081 / 3,35                                        | 0,030 / 1,24                                          | 4,59             |



$D$  – вредоспособность личинки трипса, в долях зерновки;  $X_2$  – количество личинок в колосе.

$$W = (0,081 \cdot 21,1) + (0,030 \cdot 29,2) = 1,7 + 0,88 = 2,57 \text{ зерновки, или } 106,4 \text{ мг зерна. (5.1)}$$

При средней массе зерна в колосе равной 1271 мг общие потери от фитофага при повреждении им генеративных органов растения составляют 106,4 мг, или 8,3 %.

9. Для изучения вредоспособности и вредоносности личинок при повреждении ими зерновок используем тот же исходный материал – изолированные подсистемы. Казалось бы, включая в регрессионный анализ количество зерен в колосе и количество личинок и получая продуктивность колоса, на которую оказывают влияние личинки. Но, как установили С.А. Масляков и др. [10], показатель вредоспособности может быть завышен по сравнению с вредоспособностью, устанавливаемой интегральным регрессионным анализом. Так, за три года исследований средний ее показатель в обычных ранее применяемых индивидуальных уравнениях равнялся 5,07 мг с варьированием по годам от 4,65 до 5,83 мг. В интегральных уравнениях, куда включены и имаго вредителя, вредоспособность в среднем равняется 1,59 мг, что меньше в 3,2 раза по сравнению с варьированием от 0,52 до 3 мг. Причина такого явления состоит в «перетекании» потерь зерна от имаго к личинкам и наоборот. Это происходит как между потерями имаго и личинок при определении вредоспособности в период повреждения ими генеративных органов, так и между имаго и личинками при повреждении зерен только личинками. В таких случаях часть одних и тех же потерь определяется дважды.

Определим вредоспособность личинок, применив интегральный регрессионный анализ при повреждении ими зерновок в тех же подсистемах, в которых определяли вредоспособность имаго при повреждении вегетативных органов расте-

ния, вредоспособность имаго и личинок – при повреждении ими генеративных органов растения из урожая яровой твердой пшеницы 2011–2013 гг.

$$W_2 = A + B_2X + C_2X_1 + DX_2, \quad (6)$$

где  $W_2$  – снижение продуктивности колоса от повреждения в нем зерновок личинками;  $X$  – количество зерен в колосе;  $C_2$  – вредоспособность имаго, мг, не повреждавшее зерна;  $X_1$  – количество имаго, экз.;  $D$  – вредоспособность личинки трипса, мг;  $X_2$  – количество личинок, экз.

Включением имаго в регрессионный анализ можно изучить отмеченное С.А. Масляковым и др. [10] «перетекание» потерь урожая к личинкам или к имаго. В табл. 2 представлены результаты решения множественных регрессий по урожаю трех лет. Определяемая вредоспособность личинок, повреждающих непосредственно зерновки колоса (коэффициент при  $X_2$ ), ежегодно значительно меньше (в среднем за три года в 3 раза), чем вредоспособность имаго (5,02 мг). В связи с тем, что имаго трипсов не повреждает зерновок, следовательно, и нет потерь при данной стадии вредителя. Зафиксированы же они за счет потерь, вызванных питанием личинки и имаго при повреждении ими генеративных органов, и «перетекания» их как повторный учет потерь урожая.

В табл. 1 показаны потери урожая от повреждения генеративных органов растений имаго и личинками трипса в сумме равных 4,59 мг, что на 0,43 мг меньше вредоспособности имаго, которое не повреждает зерновки колоса и никакого вреда не наносит. Следовательно, все потери зерна, связанные с вредоспособностью имаго, следует признать как повторно учтенные от повреждений имаго и личинками генеративных органов. Оставшиеся излишки потерь зерна (0,43 мг) это не что иное как «перетекание» потерь от повреждения зерна личинками. Возвращая данные по-

Таблица 2

**Вредоспособность личинок и имаго трипса при повреждении ими зерновок (установлена интегральными уравнениями множественной регрессии)**

| Год                                      | Количество наблюдений | R     | $F_\phi$       | Зависимость массы зерна в колосе $Y$ от количества зерен $X$ , имаго на колосе $X_2$ и личинок в колосе $X_3$ |
|------------------------------------------|-----------------------|-------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011                                     | 96                    | 0,815 | 60,8           | $Y = 559,9 + 27,1X - 2,5 X_2 - 3 X_3$                                                                         |
| 2012                                     | 84                    | 0,907 | 124,0          | $Y = 1345 + 2,8 X - 7,1 X_2 - 0,52 X_3$                                                                       |
| 2013                                     | 84                    | 0,930 | 198,0          | $Y = 1419 + 1,42X - 5,46 X_2 - 1,26 X_3$                                                                      |
|                                          |                       |       | $F_{0,5}=3,18$ |                                                                                                               |
| Сумма вредоспособности имаго и личинок   |                       |       |                | 15,06 $X_2$ и 4,78 $X_3$                                                                                      |
| Средняя вредоспособность имаго и личинок |                       |       |                | 5,02 $X_2$ и 1,59 $X_3$                                                                                       |

**Вредоносность имаго и личинок трипса в разных по удаленности от края частях посева яровой пшеницы (2011–2013 гг.)**

| Полоса посева от края, м | Масса зерна с колоса, мг | Средняя численность, экз./колос |         | Вредоспособность имаго при повреждении вегетативных частей, мг | Вредоспособность имаго при повреждении генеративных органов, мг | Вредоспособность личинки при повреждении генеративных органов, мг | Вредоспособность личинки при повреждении зерновок, мг | Масса зерна без потерь, мг | Потери с колоса, % |         |       |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|---------|-------|
|                          |                          | имаго                           | личинки | 5,7                                                            | 3,55                                                            | 1,24                                                              | 2,02                                                  |                            | имаго              | личинки | всего |
| 0–20                     | 1170                     | 35,3                            | 52,3    | 201                                                            | 125                                                             | 65                                                                | 105                                                   | 1666                       | 28                 | 15      | 43    |
| 20–40                    | 1206                     | 31,2                            | 47,0    | 178                                                            | 111                                                             | 58                                                                | 95                                                    | 1648                       | 23                 | 13      | 36    |
| 40–60                    | 1218                     | 26,2                            | 39,5    | 149                                                            | 93                                                              | 49                                                                | 80                                                    | 1589                       | 20                 | 11      | 31    |
| 60–80                    | 1283                     | 20,2                            | 32,8    | 115                                                            | 72                                                              | 41                                                                | 66                                                    | 1577                       | 15                 | 8       | 23    |
| 80–100                   | 1336                     | 15,5                            | 24,4    | 88                                                             | 55                                                              | 30                                                                | 49                                                    | 1552                       | 11                 | 6       | 17    |
| 100–120                  | 1370                     | 10,6                            | 17,5    | 60                                                             | 38                                                              | 22                                                                | 35                                                    | 1525                       | 7                  | 4       | 11    |
| 120–140                  | 1408                     | 3,4                             | 5,0     | 19                                                             | 12                                                              | 6                                                                 | 10                                                    | 1455                       | 2                  | 1       | 3     |
| Сумма                    | 8991                     | 117                             | 218     | 810                                                            | 506                                                             | 271                                                               | 440                                                   | 11012                      | 106                | 58      | 164   |
| Среднее                  | 1284                     | 16,7                            | 31      | 116                                                            | 72                                                              | 39                                                                | 63                                                    | 1573                       | 15                 | 8       | 23    |

тери потерям от личинки при повреждении зерна, получаем чистую вредоспособность личинки (1,59 мг + 0,43 мг) – 2,02 мг, что составляет 4,9 %

По мере удаления от края посева численность фитофага снижается. На расстоянии 120–140 м от края вредитель уже не представляет угрозы урожаю. Если в полосе посева 0–20 м потери урожая составляли 43 %, то в полосе 120–140 м – 3 % (табл. 3).

Следует отметить, что такое заселение трипсом посевов является закономерностью, что позволило разработать экспресс метод фитосанитарного контроля фитофага на посевах пшеницы. Знание вредоспособности каждой стадии вредителя, судя по материалам, представленным в табл. 3, в сочетании с экспресс методом фитосанитарного контроля позволяет легко определить ЭПВ и площадь посева, подлежащую химической защите, отвечающей эколого-экономическим требованиям.

**Заключение.** Работая над определением вредоспособности трипсов в посевах яровой пшеницы, мы разработали логическую модель, определяющую место, время и последовательность применения полевых, лабораторных и статистических методов на одном материале. В результате установлены вредоспособность имаго при повреждении им вегетативных органов растений, которая равна 5,7 мг потерь зерна при 30 зерновках в колосе; вредоспособность личинок

при повреждении ими непосредственно зерновок в колосе – 2,02 мг.

Вредоспособность имаго и личинок при повреждении ими генеративных органов – 3,35 и 1,24 мг соответственно. Сумма вредоспособности одной особи имаго и одной личинки составила  $5,7 + 3,55 + 1,24 + 2,02 = 11,88$  мг при массе зерна в колосе 1270 мг (0,93 %).

Таким образом, метод изучения вредоносной деятельности популяции трипса в посевах пшеницы впервые позволяет определить не только суммарную вредоносность имаго и личинок, но и разделить их вредоспособность и вредоносность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буканова Л.В. Эколого-экономическое обоснование защиты озимой пшеницы от пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd) в Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Саратов, 2013. – 23 с.
2. Вредоносность имаго пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Curd.) на пшенице и научное обоснование ее определения / Л.В. Хусаинова [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета. – 2012. – № 5. – С. 41–44.
3. Гриванов К.П. Пшеничный трипс // Труды науч.-произв. конф. по защите растений от вредителей и болезней на Юго-Востоке. – Саратов, 1958. – С. 50–56.
4. Данилюк А.А. Динамика численности главных вредителей зерновых в условиях юга Харьковской и Полтавской областей в 1952–1956 гг. // Вопросы сель-





скохозайственной энтомологии и зоологии. – Харьков, 1962. – Т. 36. – С. 34–37.

5. Евдокимов Н.Я., Корчагин А.А., Требушенко Е.П. Влияние агротехнических приемов на численность вредителей зерновых культур // Агротехнический метод защиты полевых культур: науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1981. – С. 48–50.

6. К обоснованию защиты озимой пшеницы от вредных организмов в посевах интенсивного типа / Л.П. Кряжева [и др.] // Проблемы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов в интенсивном земледелии: сб. науч. тр. – Л., 1991. – С. 11–36.

7. Кумаков В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104 с.

8. Куперман Ф.М. Физиология развития, роста и органогенеза пшеницы // Биология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – Т. 4. – С. 7–203.

9. Курдюмов Н.В. Главнейшие насекомые, вредящие хлебным злакам в средней и южной полосе России. – Полтава: Хуторянин, 1913. – 119 с.

10. Масляков С.А., Емельянов Н.А., Саченков А.В. Закономерности заселения яровой пшеницы трипсом и особенности фитосанитарного контроля вредителя // Агро XXI. – 2014. – № 4–6. – С. 24–26.

11. Масляков С.А. Эколого-экономическое обоснование защиты яровой пшеницы от пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd) в Поволжье: автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – Саратов, 2015. – 23 с.

12. Меновицкова Е.Н. Оценка устойчивости яровой пшеницы к пшеничному трипсу // VIII Всесоюз. совещ. по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям. – Рига, 1986. – С. 116–117.

13. Павлов И.Ф. Энтомофауна в посевах пшеницы // Защита растений. – 1983. – № 8. – С. 20–21.

14. Писаренко В.Н. Экологические основы системы защиты зерновых культур от вредителей в севообороте в условиях интенсификации земледелия степной зоны Украины: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Ленинград – Пушкин, 1985. – 48 с.

15. Попов Ю.В., Володичев М.А. Уровень допустимых потерь от вредных организмов. – М.: ВИЗР, 1994. – С. 247–252.

16. Танский В.И. Формирование фауны трипсов (Tisanoptera) в посевах пшеницы на новых землях в Северном Казахстане // Энтомологическое обозрение. – 1961. – Т. 40. – № 4. – С. 785–793.

17. Танский В.И. Биологические основы вредоносности насекомых. – М.: Агропромиздат, 1988. – 182 с.

18. Торчевский И.А. Основы фотосинтеза. – М.: Высш. шк., 1977. – 253 с.

19. Фисечко Р.Н. Вредоспособность основных вредителей яровой пшеницы в Кулундинской степи // Интегрированная защита растений от вредных организмов: сб. науч. тр. Сибирского отделения ВАСЭХНИЛ. – Новосибирск, 1983. – С. 90–105.

20. Фокеев П.М. Яровая пшеница на Юго-Востоке. – Саратов, 1961. – 187 с.

21. Шуровенков Ю.Б. Влияние пшеничного трипса на посевные качества и регенерационную способность яровой пшеницы в условиях Зауралья // Экология вредных и полезных насекомых. – Воронеж, 1972. – С. 62–73.

22. Шуровенков Ю.Б. Устойчивость пшеницы к повреждениям пшеничным трипсом в Западной Сибири // Сб. науч. тр.; НИИСХ Северного Зауралья. – Тюмень, 1975. – Вып. 6. – С. 14–21.

**Емельянов Николай Архипович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Защита растений и плодовоовощеводство», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Еськов Иван Дмитриевич**, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Защита растений и плодовоовощеводство», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Критская Елена Евгеньевна**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Защита растений и плодовоовощеводство», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

**Ключевые слова:** пшеничный трипс; имаго и личинка вредителя; логическая модель; методика; регрессия; вредоспособность; вредоносность; популяция.

#### HARMFULNESS OF IMAGO AND LARVAE OF WHEAT TRIPS (*HAPLOTHRIPS TRITICI* KURD.), THEORETICAL JUSTIFICATION AND PRACTICAL REALIZATION OF THE METHOD OF ITS DEFINITION

**Emelyanov Nikolay Arkhipovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Plant Protection and Horticulture”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Eskov Ivan Dmitrievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the chair “Plant Protection and Horticulture”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Kritskaya Elena Evgenyevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair “Plant Protection and Horticulture”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Keywords:** wheat thrips; imago and larva; logical model; technique; regression; harmfulness; population.

**Known methods for determining trips' harmfulness are analyzed. Their lack of objectivity is shown. A new approach is proposed in the form of a logical model that determines the time, place, conditions and sequence of the study of the harmfulness of imago and larvae of trips. This method allows determining the total viability of trips' imago and larvae and isolating indicators of the harmfulness and severity of individual stages of the phytophage on one and the same isolated model plants. A practical implementation of the logical model was shown, as a result of which the total harmfulness of imago and larvae on spring wheat was set – 6.6 mg of crop loss per ear. The harmfulness of imago, which is 4.9 mg/specimen, and the larvae – 1.71 mg/specimen (2.86 times less) was shown for the first time.**