

УДК 595.782(470.32)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ВРЕДНОСНОСТЬ
КУКУРУЗНОГО МОТЫЛЬКА *OSTRINIA NUBILALIS* НВ.
(LEPIDOPTERA, PYRALIDAE) В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ**

© 2019 г. А. М. Шпанёв,^{1*} А. Б. Лаптиев,^{1**} Н. Я. Байбакова^{2***}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
шоссе Подбельского, 3, С.-Петербург–Пушкин, 196608 Россия

*e-mail: ashpanev@mail.ru, **e-mail: abl@icrz.ru

² «Россельхозцентр» по Воронежской области
ул. Серафимовича, 26, Воронеж, 394042 Россия

***e-mail: rossh2@vmail.ru

Поступила в редакцию 17.02.2016 г.

После доработки 20.05.2019 г.

Принята к публикации 20.05.2019 г.

В результате многолетних наблюдений установлено, что причинами периодических подъемов численности кукурузного мотылька в Центральном Черноземье являются достаточное увлажнение на протяжении нескольких лет подряд и сокращение объемов агротехнических мероприятий по обработке почвы. Уточнены пищевая специализация, биология и фенология кукурузного мотылька в регионе. Из культурных растений сильнее повреждается кукуруза, из сорных – щетинник сизый (*Setaria glauca*). Показано влияние осадков на сезонное развитие и вредоносность кукурузного мотылька. Дефицит осадков в период окукливания приводит к массовой гибели гусениц, снижению доли поврежденных стеблей в посеве и смещению сроков сезонного развития кукурузного мотылька. Недостаток влаги в период питания гусениц усиливает влияние наносимых ими повреждений на продуктивность растений и приводит к более значительному снижению урожая. В период массового размножения потери урожая кукурузы составляют 15.5 %, проса – 11.4 %. В зависимости от погодных условий недобор урожая проса от кукурузного мотылька может возрастать до 39 % или уменьшаться до 3 %.

Ключевые слова: кукурузный мотылек, *Ostrinia nubilalis*, динамика численности, фенология, поврежденность проса и кукурузы, вредоносность, потери урожая.

DOI: 10.1134/S036714451903002X

Центральное Черноземье относится к зоне слабого вреда кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Нв.) в схеме районирования территории России В. О. Хомяковой (1975) или к зоне неустойчивой вредоносности по классификации В. Н. Щеголева (1934). Размножение в данном регионе стеблевого мотылька, известного своей влаголюбивостью, ограничивает недостаток увлажнения. Анализ литературы показал, что на протяжении большей части XX в. кукурузный мотылек имел второстепенное значение как вредитель проса и кукурузы. Так, с 1901 по 1970 г. отмечены только три случая массового размножения кукурузного мотылька и сильного повреждения им культурных растений в Центральном Черноземье (Павлов, 1973). О слабом

повреждении мотыльком проса и кукурузы в 1960-е годы сообщалось неоднократно (Хомякова, 1964, 1967, 1970). В 1970-е годы поврежденность мотыльком проса по-прежнему не превышала 5 % (Душкина, 1975). Более сильные повреждения проса и кукурузы отмечались в 1990-е годы (Суханов, Чумаков, 1998; Лаптиев, 2003). Однако в начале XXI в. в регионе был зафиксирован новый случай массового размножения кукурузного мотылька, который по масштабам превзошел все предыдущие (Шпанёв, Лаптиев, 2005). Это заставило исследователей вновь обратить внимание на кукурузного мотылька, изучить его пищевую специализацию, многолетнюю динамику численности, сезонное развитие и вредоносность.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Наблюдения за развитием кукурузного мотылька проводились в Каменной Степи Воронежской обл. на полях Научно-исследовательского института сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева (НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева) в 1988–2008 гг. Они включали ежегодные учеты поврежденности стеблестоя проса и кукурузы гусеницами вредителя, изучение пищевой специализации, сезонного развития и вредоносности кукурузного мотылька в зависимости от фенологии посевов проса и кукурузы, а также от метеорологических условий. Современное состояние популяции кукурузного мотылька оценивалось по данным обследований посевов кукурузы в Таловском р-не, проводимых в 2009–2015 гг. сотрудниками Воронежского филиала ФГБУ «Россельхозцентр».

Выживаемость и темпы окукливания перезимовавших гусениц определяли на полях, занятых в предыдущем году просом и кукурузой. Анализировалось 150 стеблей проса и 50 растений кукурузы через каждые 2 дня, начиная с 10 мая, до полного окукливания гусениц. При этом определялись доли живых и погибших гусениц. Вылет бабочек также устанавливали на этих же полях по наличию в стеблях экзубиев. Сроки появления бабочек на просе и кукурузе текущего года устанавливали путем каждодневного наблюдения за посевом. Наблюдения за откладкой яиц и отрождением гусениц нового поколения проводили на постоянных учетных площадках (0.1 м² на просе и 1.4 м² – на кукурузе), для чего каждый день, начиная с момента заселения поля мотыльком, просматривали все стебли. На постоянных площадках, ежегодное количество которых составляло от 32 до 64, определялись доля поврежденных стеблей проса, растений и початков кукурузы, а также урожайность культур. Оценивалась поврежденность не только культурных, но и сорных растений семейства злаков. При этом отдельно отбирались стебли с признаками раннего (засохшая метелка) и позднего повреждения кукурузным мотыльком, а также с разными типами повреждений – в верхней, средней и нижней частях стебля. Указанные типы повреждений выделялись и другими исследователями при определении вреда, причиняемого гусеницами мотылька (Агафонова, Агафонов, 1967; Якименко, 1975).

Расчет вредоносности кукурузного мотылька проводился двумя способами: весовым (Стрельцов, 1957; Фирсов, 1961), путем сравнения урожая поврежденных и неповрежденных стеблей, и с помощью множественного регрессионного анализа (Фролов и др., 1999; Шпанёв, 2005) по формуле:

$$Y = a + b_{01.234L}x_1 + b_{02.134L}x_2 + b_{03.124L}x_3 + b_{04.123L}x_4 + \sum b_{0L.1234}x_L,$$

где Y – урожайность проса и кукурузы на постоянной площадке, a – свободный член уравнения, $b_{01.234L}$ и $b_{02.134L}$ – натуральные частные коэффициенты множественной регрессии, характеризующие влияние на урожайность проса и кукурузы ранних и более поздних повреждений стеблей кукурузным мотыльком, $b_{03.124L}$ и $b_{04.123L}$ – натуральные частные коэффициенты множественной регрессии, характеризующие влияние на урожайность проса и кукурузы сорных растений, пыльной и пузырчатой головни, $b_{0L.1234}x_L$ – натуральный коэффициент регрессии сопутствующих признаков культуры, x_1 и x_2 – доля поврежденных стеблей проса и кукурузы по типу раннего и более позднего проявления, x_3 и x_4 – засоренность посевов, пораженность проса пыльной головней, кукурузы – пузырчатой го-

ловней, x_L – сопутствующие признаки культуры: длина метелки проса, высота растений кукурузы, густота стеблестоя проса и кукурузы на начальных этапах развития, фитомасса культурных и сорных растений при уборке урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Известно, что основными кормовыми растениями кукурузного мотылька служат злаки (Фролов, 2015). В Центральном Черноземье, где в структуре посевных площадей присутствуют просо (*Panicum miliaceum* L.) и кукуруза (*Zea mays* L.), повреждаются обе эти культуры. Наши многолетние наблюдения показали, что кукуруза повреждается кукурузным мотыльком в 2 раза сильнее, чем просо – на 28.6 и 14.9 % соответственно. Выявленные пищевые предпочтения подтверждаются и другими материалами. Так, по данным 2003–2006 гг., растения кукурузы повреждались на 79.6 %, тогда как просо посевное, в значительном обилии присутствующее на этом же поле в качестве сорного вида, повреждалось только на 29.5 %. При этом было обнаружено, что кормовым растением кукурузного мотылька часто был ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), обильный в посевах обеих упомянутых культур вид сорных растений. В посеве кукурузы доля поврежденных растений ежовника обыкновенного составляла 24.3 %, в посеве проса – 8.9 %. Значительно реже повреждалось другое сорное растение из семейства злаков – щетинник сизый (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), – на 1.0 и 0.3 % в посевах кукурузы и проса соответственно. На всех упомянутых кормовых растениях нам всегда удавалось находить кладки яиц кукурузного мотылька.

Сезонное развитие кукурузного мотылька на просе и кукурузе имеет много общего. Перезимовка проходит в фазе гусениц 5 возраста в растительных остатках на месте прошлогоднего произрастания культур. Весной с наступлением периода с постоянной температурой выше 15 °С гусеницы выходят из состояния покоя. Отсутствие влаги в этот период приводит к запаздыванию окукливания, растягивается и весь период развития вредителя (табл. 1), при этом значительная часть гусениц погибает. Так, в годы, когда май характеризовался засушливыми условиями с повышенными температурами и пониженной влажностью воздуха, доля погибших гусениц на просянице составила 33 %, на поле из-под кукурузы – 32 %. В такие годы начало окукливания отмечается на 10–15 дней позднее, чем в годы с достаточным увлажнением в мае, когда окукливание регистрируется с первых чисел июня.

Стадия куколки длится 15–20 дней. В связи с растянутостью периода окукливания наблюдается и растянутость вылета бабочек. После вылета имаго продолжают оставаться поблизости, делают короткие перелеты и питаются на цветущей растительности. Через 3–5 дней бабочки перелетают на поля кукурузы и проса, где концентрируются в краевой зоне. Здесь они находятся в течение недели и спариваются, и только потом заселяют всю площадь поля и начинают откладку яиц. Это происходит в первых числах июля, когда кукуруза и просо находятся в фазе стеблевания. Самки кукурузного мотылька выбирают наиболее развитые высокорослые стебли культурных растений, которые лучше подходят для дальнейшего развития гусениц внутри стебля. На эту особенность указывает полученный нами коэффициент корреляции между высотой стебля проса и поврежденностью стеблем мотыльком ($r = 0.54$), ее отмечали и другие исследователи (Агафонова, Агафонов, 1967; Якименко, 1975; Душкин и др., 1980). Прослеживалась отрицательная избирательность вредителя по отношению к густоте посева ($r = -0.25$). Оба коэффициента корреляции существенны при $P \geq 0.95$. Значительно большее повреждение стеблей на разреженных участках связано

Таблица 1. Фенология стеблевого кукурузного мотылька в зависимости от условий увлажнения в период окукливания

Количество осадков в мае, мм	Май			Июнь			Июль			Август		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
30–40	гусеница			куколка								
				бабочка								
				яйца								
							гусеница					
20	гусеница			куколка								
				бабочка								
				яйца								
							гусеница					

с лучшим развитием на них растений проса и их большей привлекательностью для вредителя. На кукурузе степень развития культурных растений и густота посева имели для кукурузного мотылька меньшее значение. Коэффициенты корреляции между поврежденностью растений гусеницами, их высотой и густотой стеблестоя оказались несущественными ($r = 0.14$ и -0.03).

В большинстве случаев при выборе для откладки яиц предпочтение отдается 3–5-м листьям на кукурузе и 2–4-му листу – на просе. На них размещается соответственно 75.6 и 77.7 % кладок (табл. 2). По нашим наблюдениям, кладки кукурузного мотылька содержат в среднем 12–14 яиц; много также яйцекладок, содержащих чуть больше или чуть меньше яиц – 9–11 или 15–17 (табл. 3). Более ранними исследованиями для Каменной Степи была определена плодовитость самок кукурузного мотылька на просе. По данным Л. И. Душкиной (1975), у отдельных пар она колебалась в широких пределах, от 36 до 146 яиц, что связывалось с разным физиологическим состоянием гусениц перед окукливанием.

Отрождение личинок происходит на 4–6-й день после откладки яиц, что обычно приходится на вторую декаду июля и приурочено к выбрасыванию султана у кукурузы и

Таблица 2. Доля кладок яиц стеблевого кукурузного мотылька на листьях кукурузы и проса в зависимости от расположения листьев на стебле, %

Культура	Номер листа						
	1	2	3	4	5	6	7
Кукуруза	5.4	13.5	18.9	29.7	27.0	5.4	0
Просо	16.7	22.2	33.3	22.2	5.6	–	–

Таблица 3. Доля кладок яиц стеблевого кукурузного мотылька с разным числом яиц на кукурузе и просе, %

Культура	Число яиц в кладке					
	3–5	6–8	9–11	12–14	15–17	18–20
Кукуруза	10.3	15.4	23.1	30.8	10.3	10.3
Просо	5.6	11.1	11.1	38.9	22.2	11.1

выметыванию у проса. Молодые гусеницы после выхода в течение часа держатся около места отрождения, а затем расползаются в разные стороны, в том числе, спускаясь на паутинке, заселяют соседние растения. Характеризуясь отрицательным фототаксисом, гусеницы перемещаются за влагище верхних листьев и сразу же, т. е., в 1-м возрасте, проникают в этом месте в стебель, не питаясь на листьях снаружи. Выбор объектом именно верхней части растения обусловлен меньшей толщиной стенкой соломины, что облегчает проникновение гусениц в стебель. На кукурузе гусеницы питаются на листьях на протяжении 1-го и 2-го возрастов, и только достигнув 3-го возраста, внедряются в стебель. Листья слабо повреждаются гусеницами кукурузного мотылька (не более 5 % листовой поверхности), доля поврежденных листьев в посеве не превышает 15 %.

Четко выражена миграция мотылька как в пределах одного растения, так и в пределах растительного сообщества, особенно развитая при питании на просе. Проникнув в стебель, гусеница спускается в нижнюю его часть, которой достигает, как правило, в 3-м возрасте, поэтому для завершения развития вынуждена переселяться в соседний стебель. В нем она достигает 5-го возраста и остается на зимовку. Таким образом, одна гусеница повреждает два стебля проса. Подтверждение этому было получено в результате анализе стеблей проса при уборке: гусеницы оказались только в половине поврежденных стеблей.

В фазу цветения в посеве уже есть поврежденные стебли. На просе повреждения относятся обычно к 1-му типу – наносятся в ось метелки. В период налива зерна уже встречаются стебли, поврежденные в центральной и нижней частях. При уборке стеблей, поврежденных по 3-му типу, оказывается значительно больше, что связано с переходом гусениц из одного растения в другое. При структурном анализе урожая выяснилось, что в годы массового размножения на просе к 1-му типу повреждения (ось метелки) было отнесено 2.9 % стеблей, ко 2-му типу (центральная часть стебля) – 9, к 3-му (нижняя часть стебля) – 8.2 %. Выделялись также стебли с засохшей метелкой, поврежденные в более ранний период и оказывающиеся непродуктивными, и в более поздний период. Первых насчитывалось 6.8, вторых – 18.3 %. На кукурузе с 1-м типом повреждения было выявлено 30.3 % стеблей, со 2-м – 22.9, с 3-м – 29.7 %, при этом признаки, характерные для раннего повреждения, наблюдались у 14.2 % стеблей, позднего – у 66.1 %.

Помимо указанной зависимости развития кукурузного мотылька от метеорологических условий фенология вредителя оказывается тесно связанной с фенологией кормового растения. На это указывают одновременно проводимые наблюдения за развитием стеблевого мотылька и фенологией проса и кукурузы. Так, окукливание, как правило, совпадает с фазой кущения проса и 4 листьев у кукурузы, массовый лёт приходится на стеблевание и выметывание, а откладка яиц наблюдается в фазы выметывания и цветения. Наибольший вред кукурузного мотылька происходит от питания гусеницы внутри стебля в течение месяца вплоть до уборки урожая.

Многолетние наблюдения за развитием кукурузного мотылька на юго-востоке Центрального Черноземья дают возможность увидеть некоторые закономерности в динамике его численности. В период с 1988 по 2008 г. фиксировались два хорошо заметных цикла в развитии кукурузного мотылька (табл. 4). Периоды подъема и спада численности вредителя во многом определялись влиянием погодных условий, что хорошо известно и по литературным данным (Хомякова, 1966, 1972; Букзеева, Поляков, 1993; Чумаков, Семенова, 2000). В первом случае подъем численности кукурузного мотылька

Таблица 4. Многолетняя динамика поврежденности проса и кукурузы стеблевым мотыльком на юго-востоке Центрального Черноземья, % (Каменная Степь, 1988–2008 гг.)

Культура	Годы										
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	
Просо	1.0	5.3	12.0	14.8	16.8	10.1	9.6	9.2	4.0	3.0	
Кукуруза	3.0	4.0	7.0	12.6	10.6	11.8	16.5	4.5	1.5	3.8	
Культура	Годы										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Просо	4.4	3.8	7.5	14.6	76.5	22.5	46.0	18.4	12.5	18.9	1.9
Кукуруза	4.7	3.8	7.2	88.1	72.6	56.3	98.3	47.5	88.7	55.5	31.4

начался в 1989 г. и продолжился в 1990 и 1991 гг., когда общее количество осадков в течение 3 месяцев (май–июль) составило 217, 197 и 166 мм, что превысило среднемноголетний показатель на 42, 29 и 8 % соответственно. Поврежденность растений кукурузы возросла до 14.8 %, стеблей проса – до 12.6 %. Массовое размножение кукурузного мотылька отмечалось в следующем, 1992 г., снова при сохранившихся благоприятных для его развития метеорологических показателях. Спад численности произошел в 1993 г. и продолжился два последующих сезона. Этому способствовало сокращение количества осадков в мае, вызвавшее гибель части популяции. Статистическая обработка наших данных выявила достоверную зависимость между суммой осадков в мае и многолетней поврежденностью стеблестоя кукурузным мотыльком; коэффициент корреляции составил 0.49. Дефицит влаги в 1996 и 1997 гг. вызвал депрессию популяции кукурузного мотылька. В таком состоянии местная популяция вредителя находилась в 1998 и 1999 гг., поврежденность вредителем стеблей кукурузы и проса не превышала 5 %.

Новый подъем численности кукурузного мотылька пришелся на богатый увлажнением 2000 г. Доля поврежденных стеблей на просе возросла до 7.5 %. Подъем численности продолжился в 2001 г. Инерция размножения фитофага сохранилась и в 2002 г., и интенсивность его достигла статуса массового. Процессу способствовала и явно наметившаяся в эти годы тенденция к снижению качества обработки почвы. Отсутствие зяблевой вспашки или плохое ее проведение, когда на поверхности почвы остаются растительные остатки, приводят к накоплению зимующего запаса вредителя. Нарушения в агротехнике, по мнению многих исследователей, в значительной степени сказываются на плотности популяции вредителя (Коломиец, 1960; Кокот, Сусидко, 1961; Хомякова, 1962; Кокот, Федько, 1979). По нашим данным, на начало мая следующего года на полях проса и кукурузы, где после уборки отсутствовала осенняя вспашка, перезимовавший запас кукурузного мотылька составлял 27 и 3 гусеницы/м², на полях с неполной заделкой плугом – 3 и 0.3 гусеницы/м². Как следствие, на протяжении 2002–2004 гг. происходило сильное повреждение проса и кукурузы, достигавшее 76.5 и 98.3 %. Снижение численности вредителя и поврежденности стеблестоя кормовых культур отмечалось в 2005–2007 гг., а начиная с 2008 г. под влиянием неблагоприятных погодных условий популяция кукурузного мотылька оказалась в состоянии депрессии. В жарком и засушливом 2010 г., которому предшествовал очень сходный с ним по условиям 2009 г., доля поврежденных кукурузным мотыльком растений кукурузы составила всего 1 %. Такой же низкий уровень поврежденности растений фиксиро-

вался в 1996 г., когда отмечалась предыдущая депрессия мотылька. В настоящее время популяция кукурузного мотылька продолжает находиться в состоянии депрессии, на что указывают данные о поврежденности им растений кукурузы (2012 г. – 9.0 %, 2013 г. – 11.3 %, 2014 г. – 8.1 %, 2015 г. – 5.3 %).

Таким образом, в годы депрессии кукурузного мотылька доля поврежденных им стеблей кукурузы и проса не превышает 5–10 %. В годы массового размножения вредителя поврежденность растений кукурузы на небольших полях достигает 80–100 %, стеблей проса – 20–40 %. Такие повреждения стеблестоя предполагают большие потери урожая этих культур.

Оценка вредоносности кукурузного мотылька проводилась в годы его массового размножения. При этом основное внимание было уделено вредоносности кукурузного мотылька на посевах проса, как менее изученному вопросу.

Для оценки вредоносности кукурузного мотылька использовались разные подходы. Наиболее простой из них – весовой метод сравнения урожая поврежденных и неповрежденных стеблей – в данном случае непригоден. В связи с тем, что самки мотылька предпочитают откладывать яйца на более развитые стебли, масса зерна с поврежденного стебля часто оказывается больше, чем с неповрежденного (табл. 5).

Наиболее удовлетворительные результаты получены при использовании регрессионного анализа. В зависимости от сроков нанесения повреждений гусеницами кукурузного мотылька в посевах проса выделяются два вида повреждений. Особенно опасны повреждения стеблей гусеницами младших возрастов в фазы стеблевания, выметывания и цветения культуры: они приводят к преждевременному засыханию метелок, в которых не образуется зерна или оно остается щуплым, стебли при этом желтеют и, как правило, обламываются. Повреждения гусеницами старших возрастов при заселении ими новых стеблей, к этому времени находящихся на более поздних фазах, менее опасны. Несущественны в хозяйственном отношении также повреждения гусеницами, отродившимися из поздних кладок. Хотя урожай зерна с метелки уменьшается за счет снижения массы зерновки, число зерен в метелке сохраняется, что приводит к меньшим потерям. На основании сказанного в уравнение множественной регрессии следует включать два признака – поврежденность стеблей в ранний и в более поздний периоды. В уравнения включаются также сопутствующие признаки культуры, не зависящие от вредителя, – густота стеблестоя проса в фазу кущения, длина метелки и общая фитомасса культурных и сорных растений при уборке урожая. Включением данных признаков в уравнение множественной регрессии достигается статистическое элиминирование выявленной и показанной выше избирательности вредителя на организменном (растение) и популяционном (посев) уровнях. В уравнении множественной регрессии должны присутствовать и другие доминант-

Таблица 5. Влияние повреждений кукурузным мотыльком на продуктивность стеблей проса

Признак	Стебли	
	Неповрежденные	Поврежденные
Число стеблей в анализе	1578	396
Масса зерна стеблей, г	4208	1474
Масса зерна одного стебля, г	2.67	3.72

ные вредные объекты (сорные растения, пыльная головня), которые также влияют на формирование урожая проса. Таким путем удаётся учесть взаимодействие влияния на просо кукурузного мотылька и других вредных видов, что позволяет приблизиться к реалистичным оценкам наносимого ими вреда.

В результате расчета уравнения получаем два частных коэффициента регрессии кукурузного мотылька. Они являются также натуральными коэффициентами вредоспособности, показывающими, насколько снижается урожайность проса при повреждении 1 % стеблей. Первый коэффициент характеризует влияние ранних повреждений стеблей молодыми личинками, второй – влияние более поздних повреждений стеблей поздно отродившимися особями и гусеницами старших возрастов. Полученные натуральные частные коэффициенты регрессии ($b_{01.234L} = -0.31$ и $b_{02.134L} = -0.06$) и общий коэффициент детерминации ($D_{0.1234} = 0.086$) оказались достоверными.

Коэффициент вредоспособности для ранних повреждений гусеницами кукурузного мотылька оказался равен 0.31 ц/га (0.80 %), для поздних – 0.06 ц/га (0.16 %) на 1 % поврежденных стеблей в посеве. Потери урожая от ранних повреждений стеблей, которых насчитывалось в посеве 8.5 %, составили 2.6 ц/га, или 6.8 %. Эти повреждения значительно уменьшают количество продуктивных метелок и количество зерен с единицы площади, т. е. как раз те элементы структуры урожая, за счет которых он в основном формируется. Снижение урожая проса от более поздних повреждений 28.8 % стеблей оказалось равным 1.7 ц/га, или 4.6 %. Отрицательное влияние этих повреждений связано с уменьшением массы зерновки и метелки. Общие потери урожая зерна проса в годы массового размножения кукурузного мотылька составили 4.3 ц/га, или 11.4 %.

Потери урожая проса от повреждения мотыльком значительно варьировали по годам. Определяющим фактором было количество осадков в период окукливания гусениц; от количества осадков в мае зависели плотность популяции вредителя и доля стеблей, поврежденных в разные сроки. В засушливых условиях, как это уже было показано, происходят гибель гусениц и существенная задержка в их развитии. В результате значительно снижаются общее количество поврежденных стеблей в посеве и доля стеблей с ранним, наиболее опасным типом повреждения. В такие годы оно может составлять 2.3 %, тогда как при регулярном выпадении осадков в мае достигает 16.5 %. Количество осадков в период питания гусениц (III декада июля – III декада августа) также влияет на величину потерь урожая проса от наносимых гусеницами повреждений. Чем меньше выпадало осадков в этот период, тем сильнее сказывались повреждения кукурузным мотыльком на продуктивности растений, и тем выше было значение коэффициента вредоспособности (табл. 6). Как следствие, под влиянием погодных условий потери урожая проса от стеблевого мотылька изменялись в пределах 3.0–38.7 %. Наибольшей величины они достигали в годы с обильными осадками в мае и засушливыми условиями в июле и августе. При выпадении осадков в количестве, близком к среднеголетним показателям, недобор урожая от кукурузного мотылька составлял 20.4 %. К снижению вредоносности кукурузного мотылька приводят дефицит осадков в мае и повышенное их выпадение в июле и августе.

Аналогичным способом проводилась оценка вредоносности кукурузного мотылька на кукурузе. Известно, что определение вредоносности мотылька на этой культуре путем сопоставления урожаев поврежденных и неповрежденных растений приводит к значительному занижению показателей причиняемого им вреда (Коломиец, 1960). Использование множественно-регрессионного анализа устраняет недостатки весового

Таблица 6. Вредоносность кукурузного мотылька на просе в зависимости от условий увлажнения в период нанесения поврежденных гусеницами

Количество осадков в период от выметывания до хозяйственной спелости зерна, мм	Коэффициенты вредоспособности, %		Потери урожая, %		
	повреждение до фазы цветения	повреждение после фазы цветения	повреждение до фазы цветения	повреждение после фазы цветения	всего
30–40	–1.00	–0.25	13.1	7.3	20.4
10–20	–0.88	–0.40	14.5	24.2	38.7
80–90	–0.80	–0.06	1.8	1.2	3.0

метода. Нами были получены следующие результаты. Повреждения, наносимые гусеницами до фазы цветения кукурузы, приводили к усыханию растений и полной потере продуктивности; после цветения они были менее вредоносными. Урожайность снижалась на 0.02 % при 1 % поврежденных растений в посеве. Потери урожая зерна кукурузы в период массового размножения кукурузного мотылька, когда в ранний период гусеницами повреждается 14.2 %, а в более поздний – 65.9 % растений, составили 15.5 %.

ОБСУЖДЕНИЕ

В Центральном Черноземье, где кукурузный мотылек развивается в одном поколении в год, особенности его биологии, динамики численности и вредоносности на протяжении многих лет оставались не изученными в полной мере. Основное внимание исследователи уделяли кукурузному мотыльку как вредителю кукурузы, тогда как к повреждаемым культурным растениям в регионе относится также просо посевное (Павлов, 1973; Душкина, 1975). Проведенное нами изучение пищевой специализации вредителя показало, что просо повреждается кукурузным мотыльком в 2 раза слабее кукурузы, но в годы массового размножения доля поврежденного стеблестоя может достигать 45, а на отдельных полях – и 75 %. Кроме того, в посевах обеих культур повреждались также сорные растения из злаков, среди которых ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli*) избирался для питания значительно чаще, чем щетинник сизый (*Setaria glauca*). В литературе ранее не приводилось количественных данных о повреждении сорных растений кукурузным мотыльком на юго-востоке Центрального Черноземья.

В результате проведенных исследований нам удалось уточнить особенности развития кукурузного мотылька на просе, как менее изученной культуре, включая его фенологию, сопряженность развития с кормовым растением, влияние погодных условий на сезонное развитие насекомого и его вредоносность. Выявленные нами закономерности многолетней динамики численности кукурузного мотылька на юго-востоке Центрального Черноземья проявляются в повышении численности вредителя в годы с избыточным выпадением осадков в мае–июле, тогда как засушливые условия в этот период приводили к обратным последствиям, которые были особенно сильными при повторении засух в течение нескольких лет подряд. Нами впервые показано, что засушливые условия в мае способны приводить к гибели до 33 % перезимовавших гусениц кукурузного мотылька и сдвигать сроки развития вредителя на 10–15 дней позднее, чем в годы с достаточным увлажнением. Связь погодных условий с периодами подъема и спада численности данного вредителя хорошо известна и из литературы (Хомякова, 1966, 1972;

Букзеева, Поляков, 1993; Чумаков, Семенова, 2000). Повышению плотности популяции кукурузного мотылька в регионе также способствует сокращение объемов агротехнических мероприятий по обработке почвы. В отсутствие зяблевой вспашки плотность перезимовавших гусениц кукурузного мотылька увеличивалась в 9–10 раз, достигая значений 27 и 3 гусеницы/м² на прошлогодних полях проса и кукурузы соответственно.

Несостоятельность весового способа оценки вредоносности кукурузного мотылька обусловлена четко выраженным предпочтением самками при откладке яиц более развитых растений проса и кукурузы. Более точную оценку вредоносности кукурузного мотылька можно получить с помощью множественно-регрессионного анализа, при котором статистически элиминируется влияние состояния культурных растений и посева в целом, учитываются типы наносимых гусеницами повреждений и влияние на формирование урожая других вредных видов. Наибольшая вредоносность кукурузного мотылька в Центральном Черноземье наблюдалась в годы с достаточным увлажнением в период окукливания гусениц и засушливыми условиями в период их питания внутри стебля. В такие годы потери урожая проса достигали 39 %, в том числе за счет ранних повреждений – 14.5 %, а потери урожая кукурузы – 15.5 %. Потери менее 5 % урожая приходились на годы с засухой в период окукливания и избыточным увлажнением в период питания гусениц. Это было результатом слабого проявления последствий ранних повреждений, вызывающих полную потерю продуктивности стеблей, и пониженной вредоспособности более поздних повреждений гусеницами.

ВЫВОДЫ

1. Получены данные о цикличности размножения кукурузного мотылька и более сильном повреждении кукурузы по сравнению с просом в Центральном Черноземье. В период массового размножения вредителя, как это отмечалось в 2002–2004 гг., поврежденность растений кукурузы достигала 75.7, стеблей проса – 48.3 %. Росту плотности популяции кукурузного мотылька способствовали благоприятные погодные условия двух предыдущих и текущих лет, а также сокращение объемов агротехнических мероприятий по обработке почвы, за счет чего на полях сохранялся большой зимующий запас вредителя.

2. Сезонное развитие кукурузного мотылька на посевах проса и кукурузы проходит сходно в одни и те же сроки. Оно тесно связано с фенологией кормовых растений и в значительной мере зависит от условий увлажнения в период окукливания. Дефицит влаги в этот период приводит к гибели большей части популяции кукурузного мотылька и сдвигу его сезонного развития на более поздние сроки. Как следствие, снижается доля стеблей в посеве с наиболее опасным для урожая ранним типом проявления повреждений.

3. Использование постоянных учетных площадок и обработка данных с помощью уравнения множественной регрессии позволяют получать наиболее точные оценки вреда кукурузного мотылька. При этом учитываются предпочтение бабочками при откладке яиц более развитых растений и разреженных участков в посеве, а также влияние других вредных видов на формирование урожая проса и кукурузы.

4. В период массового размножения кукурузного мотылька усредненные потери урожая кукурузы составляют 7.0 ц/га (15.5 %), проса – 4.3 ц/га (11.4 %). При этом в годы с обилием осадков в мае и засушливыми условиями в июле и августе потери урожая проса могут достигать 39 %, а при противоположных условиях – снижаться до 3 %. Ко-

эффиценты вредоспособности повреждений с ранним и с более поздним типами проявления для кукурузы составляют 1.00 и 0.02 %, для проса – 0.80 и 0.16 %. На просе в зависимости от погодных условий в период питания гусениц кукурузного мотылька коэффициенты вредоспособности позднего типа повреждений стеблей изменяются от 0.06 до 0.40 %. Приведенные коэффициенты могут быть использованы при определении потерь урожая проса и кукурузы для каждого конкретного случая поврежденности стеблей в посеве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агафонова З. Я., Агафонов Н. П. 1967. Главнейшие вредители и болезни проса в Курской области. В кн.: Гречиха и просо. Орел: ВНИИ зернобобовых культур, с. 466–480.
- Букзеева О. Н., Поляков И. Я. 1993. Фазы динамики популяций стеблевого мотылька и модели их прогноза. В кн.: И. Я. Поляков, К. В. Новожилов (ред.). Теория, методы и технология автоматизации фитосанитарной диагностики. СПб.: ВИЗР, с. 115–124.
- Душкин А. Н., Душкина Л. И., Корольков П. Т., Неретин П. Я. 1980. За высокие урожаи гречихи и проса. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 72 с.
- Душкина Л. И. 1975. Изучить устойчивость селекционного материала проса к стеблевому мотыльку при искусственном и естественном заражении. В кн.: Отчет по законченному в 1975 году научным исследованиям лаборатории иммунитета растений. Каменная Степь: НИИСХ ЦЧП, с. 35–54.
- Кокот О. П., Сусидко П. И. 1961. Агротехника в борьбе с кукурузным мотыльком. Защита растений от вредителей и болезней 7: 30–31.
- Кокот О. П., Федько И. А. 1979. Особенности развития кукурузного мотылька в степи Украины. В кн.: Новые приемы борьбы с вредителями и болезнями кукурузы. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, с. 42–47.
- Коломиец Н. Г. 1960. Кукурузный мотылек и меры борьбы с ним в условиях лесостепной части правобережья УССР. Белая Церковь: Белоцерковский сельскохозяйственный институт, с. 111–127.
- Лаптев А. Б. 2003. Фитосанитарная обстановка в условиях адаптивного земледелия в Каменной Степи. Каменная Степь; СПб.: Всероссийский НИИ защиты растений, 79 с.
- Павлов И. Ф. 1973. Массовое размножение главных видов вредителей полевых культур и их прогноз в Центрально-Черноземной полосе. В кн.: Материалы зонального научно-методического совещания работников научно-исследовательских учреждений сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы. Каменная Степь: НИИСХ ЦЧП, с. 81–88.
- Стрельцов И. И. 1957. О вредоносности стеблевого мотылька на кукурузе. Защита растений от вредителей и болезней 5: 53.
- Суханов И. В., Чумаков М. А. 1998. Защита кукурузы от кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera, Pyralidae) в Белгородской области путем использования химических препаратов против вредителя на имагинальной стадии развития. В кн.: Проблемы энтомологии в России, т. 2. СПб.: ВИЗР, с. 144.
- Фирсов И. Г. 1961. Вредоносность стеблевого кукурузного мотылька. Защита растений от вредителей и болезней 10: 13–14.
- Фролов А. Н. 2015. Кукурузный мотылек в исследованиях лаборатории сельскохозяйственной энтомологии ВИЗР: обобщенное резюме. В кн.: Российско-Белорусский семинар по вопросам защиты кукурузы от вредителей. СПб.: ВИЗР, с. 38–53.
- Фролов А. Н., Фролова Т. А., Гаркуша В. Г., Царегородцева О. Е. 1999. Кукурузный мотылек: заселенность растений и урожай зерна кукурузы. Агро XXI 1: 14–15.
- Хомякова В. О. 1962. Кукурузный мотылек. Л.; М.: Сельхозиздат, 36 с.
- Хомякова В. О. 1964. Кукурузный мотылек. В кн.: Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в СССР в 1963 г. Л.: ВИЗР, с. 103–109.
- Хомякова В. О. 1966. Прогноз развития кукурузного мотылька в зоне неустойчивого увлажнения. В кн.: Тезисы докладов Всесоюзного совещания по проблеме прогнозов вредителей и болезней растений. М., с. 53–54.
- Хомякова В. О. 1967. Кукурузный мотылек. В кн.: Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в РСФСР в 1966 г. и прогноз их появления в 1967 г. М.: Россельхозиздат, с. 27–32.
- Хомякова В. О. 1970. Кукурузный мотылек. В кн.: Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в РСФСР в 1969 г. и прогноз их появления в 1970 г. М.: Россельхозиздат, с. 65–69.
- Хомякова В. О. 1972. Влияние погодных условий на сроки сезонного развития и динамику численности стеблевого мотылька. Труды ВИЗР 38: 124–129.

- Хомякова В. О. 1975. Стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). В кн.: Распространение главнейших вредителей сельскохозяйственных культур в СССР и эффективность борьбы с ними. Л.: ВИЗР, с. 45–50.
- Чумаков М. А., Семенова А. Г. 2000. К изучению биотических факторов, влияющих на динамику численности и вредоносность кукурузного мотылька. Защита растений от вредителей, болезней и сорняков. СПб.: ВИЗР, с. 137–141.
- Шпанёв А. М. 2005. Биоценологическая характеристика посевов проса Юго-Востока ЦЧП. СПб.: ВИЗР, 100 с.
- Шпанёв А. М., Лаптев А. Б. 2005. Массовое размножение стеблевого мотылька на юго-востоке ЦЧП – закономерности и причины. В кн.: В. А. Павлюшин (ред.). Материалы 2-го Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарное оздоровление экосистем», т. 1. СПб.: ВИЗР, с. 117–119.
- Шеголев В. Н. 1934. Кукурузный мотылек: хозяйственное значение, экология, системы мероприятий. Л.: ВИЗР, 64 с.
- Якименко А. Ф. 1975. Просо. М.: Россельхозиздат, 146 с.

DEVELOPMENT AND HARMFULNESS OF THE EUROPEAN CORN BORER,
OSTRINIA NUBILALIS HB. (LEPIDOPTERA, PYRALIDAE),
IN THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

A. M. Shpanev, A. B. Laptiev, N. Y. Baibakova

Key words: corn borer, population dynamics, phenology, damage to millet and corn, harmfulness, yield loss.

S U M M A R Y

As a result of the many year observations, the causes of the periodic rises of the corn borer numbers in the Central Chernozem region have been revealed. They are sufficient precipitation during several subsequent years and reduce of the agrotechnical measures of soil treatment. The host specialization, biology, and phenology of the corn borer in the region have been clarified. Of the cultivated plants, corn is damaged most intensely; and of the weeds, the yellow foxtail, *Setaria glauca*. Effect of precipitation on the seasonal development and on the harmfulness of the corn borer is shown. The deficit of precipitation in the pupation period results in a mass mortality of the pupae, drop of the proportion of the damaged stems in the crop, and shifting later seasonal development of the crop. Deficit of precipitation in the period of the larval feeding facilitates effect of the latter on the plant productivity and results in a heavier yield loss. In the periods of the corn borer outbreaks the yield loss reaches 15% of the corn and 11.4% of the millet. Depending on the meteorological conditions, the loss of the millet yield may grow up to 39% or drop down to 3%.