

# ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ КУКУРУЗНОГО МОТЫЛЬКА В КРАСНОДАРСКОМ

## КРАЕ

А.Н. Фролов,

Ведущий научный сотрудник Всероссийского института защиты растений,

Главный научный сотрудник НПО «КОС-МАИС»

Кукурузный мотылек *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) — опасный вредитель кукурузы в Краснодарском крае, где ежегодно развивается два полных и нередко частичное третье поколение. В течение более чем 25 лет на посевах кукурузы НПО «КОС-МАИС» и Кубанской опытной станции ВИР, расположенных в равнинной степной зоне восточной части Краснодарского края, осуществляется мониторинг численности вредителя. С 1994 г. обследования каждого учетного посева проводились 21-23 раза за сезон, чтобы проследить динамику откладки яиц, развития гусениц, куколок и вылета имаго и построить полные таблицы выживаемости вредителя. Численность гусениц, куколок и имаго (по экзувиям) определяли на случайно выбранных площадках из 5 растений каждая, а перезимовавших и ушедших на зимовку гусениц учитывали в растительных остатках на 0,7 м<sup>2</sup> площадках. Плотности яиц оценивали на стационарных площадках из 10-25 растений каждая; при этом суммой оценок, полученных при периодических (через 4-5 дней) учётах, характеризовали абсолютную плотность яиц, отложенных за весь период яйцекладки. Для сопоставимости численностей зимующих и питающихся на растениях насекомых их пересчитывали на площадь, занятую под кукурузой. Плодовитость самок определяли в лаборатории. При анализе изменений численности использовали метеорологическую информацию Отрадо-Кубанской метеостанции, которая расположена в непосредственной близости от учетных посевов. Снижение плотности представляли в виде  $K = \log N_t - \log N_{t+1}$ , индекс изменения плотности (размножения) рассчитывали по Моррису (Morris, 1957):  $I = \frac{N_{t+1}}{N_t}$ , где  $N_t$  и  $N_{t+1}$  — плотности яиц текущего (t) и следующего поколения (t+1). Для анализа изменения плотности использовали k-факторный анализ; эффекты k рассчитывали по общепринятой формуле  $k = \log(x_i) - \log(x_{i-1})$ , где x — оценки плотностей в период развития текущего (i) и предыдущего (i-1) интервала развития (Morris, 1959; Varley, Gradwell, 1970). Работа выполнялась при частичном финансировании грантом РФФИ 03-04-49269.

Численность вредителя за учетный период менялась в широких пределах (табл. 1). В среднем за период наблюдений густота посевов составляла 48100 растений на га или 4,81 на 1 м<sup>2</sup> при минимуме 2,83 и максимуме 7,32 растений на 1 м<sup>2</sup>.

Таблица 1. Средневзвешенные по учетным посевам плотности кукурузного мотылька первого и второго поколений за основные периоды развития вредителя в 1994-2004 гг.

| Год                     | Плотность на 1 м <sup>2</sup> |               |                  |                   |             | куколок      |
|-------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------|-------------|--------------|
|                         | яиц                           | гусениц       |                  |                   | куколок     |              |
|                         |                               | отродившихся  | 3-5<br>возрастов | перед<br>зимовкой |             |              |
| <u>Первое поколение</u> |                               |               |                  |                   |             |              |
| 1994                    | 22,87                         | 13,18         | 0,85             | -                 | -           | 0,28         |
| 1995                    | 6,62                          | 4,71          | 0,30             | -                 | -           | 0,11         |
| 1996                    | 10,42                         | 7,34          | 1,76             | -                 | -           | 1,18         |
| 1997                    | 86,16                         | 57,72         | 3,55             | -                 | -           | 1,98         |
| 1998                    | 55,40                         | 24,39         | 2,41             | -                 | -           | 1,43         |
| 1999                    | 26,85                         | 17,23         | 1,59             | -                 | -           | 1,02         |
| 2000                    | 30,24                         | 23,19         | 5,12             | -                 | -           | 3,96         |
| 2001                    | 45,80                         | 36,86         | 9,76             | -                 | -           | 6,81         |
| 2002                    | 82,50                         | 67,35         | 17,07            | -                 | -           | 12,22        |
| 2003                    | 13,07                         | 2,09          | 0,09             | -                 | -           | 0,05         |
| 2004                    | 8,11                          | 7,28          | 1,54             | -                 | -           | 1,25         |
| <b>Среднее</b>          | <b>35,28</b>                  | <b>23,76</b>  | <b>4,00</b>      | -                 | -           | <b>2,75</b>  |
| <b>Макс</b>             | <b>86,16</b>                  | <b>67,35</b>  | <b>17,07</b>     | -                 | -           | <b>12,22</b> |
| <b>Мин</b>              | <b>6,62</b>                   | <b>2,09</b>   | <b>0,09</b>      | -                 | -           | <b>0,05</b>  |
| <u>Второе поколение</u> |                               |               |                  |                   |             |              |
| 1994/95                 | 7,79                          | 3,82          | 1,87             | 0,44              | 0,14        | 0,13         |
| 1995/96                 | 10,07                         | 7,17          | 3,70             | 1,00              | 0,62        | 0,40         |
| 1996/97                 | 135,87                        | 87,82         | 46,49            | 27,19             | 7,24        | 1,94         |
| 1997/98                 | 105,76                        | 50,81         | 22,26            | 5,97              | 4,62        | 1,94         |
| 1998/99                 | 164,77                        | 49,06         | 14,43            | 1,28              | 0,84        | 0,33         |
| 1999/2000               | 115,82                        | 42,11         | 16,63            | 4,70              | 2,20        | 1,28         |
| 2000/01                 | 340,20                        | 125,79        | 25,97            | 8,82              | 2,83        | 0,94         |
| 2001/02                 | 102,11                        | 63,63         | 18,99            | 3,46              | 2,47        | 1,12         |
| 2002/03                 | 280,99                        | 113,23        | 31,81            | 13,63             | 6,54        | 4,13         |
| 2003/04                 | 4,92                          | 2,32          | 1,17             | 0,70              | 0,59        | 0,34         |
| 2004/05                 | 101,42                        | 55,39         | 17,59            | 7,03              |             |              |
| <b>Среднее</b>          | <b>124,52</b>                 | <b>54,65</b>  | <b>18,26</b>     | <b>6,75</b>       | <b>3,06</b> | <b>1,36</b>  |
| <b>Макс</b>             | <b>340,20</b>                 | <b>125,79</b> | <b>46,49</b>     | <b>27,19</b>      | <b>7,24</b> | <b>4,13</b>  |
| <b>Мин</b>              | <b>4,92</b>                   | <b>2,32</b>   | <b>1,17</b>      | <b>0,44</b>       | <b>0,14</b> | <b>0,13</b>  |

Резкие колебания численности насекомого (т.е. спады и подъемы) происходили только во время развития первого поколения, тогда как за период развития второго поколения какого-либо значительного роста численности не наблюдалось (рис. 1).

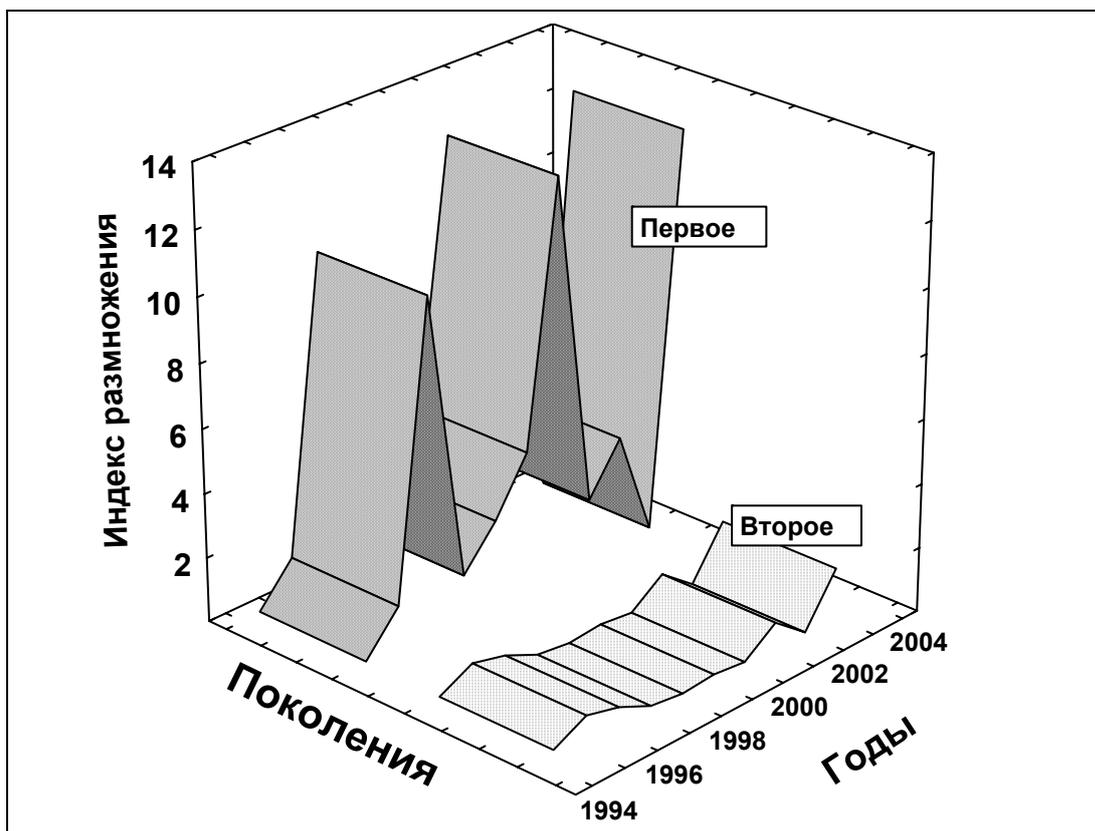


Рис. 1. Динамика индекса размножения кукурузного мотылька по поколениям в 1994-2004 гг.

Суммарная смертность за поколение в первой генерации не зависела от исходной плотности яиц ( $r = -0,09$ ), тогда как во второй генерации такая связь установлена ( $r = 0,84$ ) (рис. 2). Сделан вывод, что во время развития второго поколения численность закономерно меняется под действием естественных факторов регуляции, тогда как в период развития первой генерации регуляция может быть обнаружена лишь при массовом размножении в течение ряда поколений. Благоприятные условия для регулирующей деятельности энтомофагов, в том числе паразитов и хищников яиц, гусениц и куколок определяются тем обстоятельством, что численность насекомых во втором поколении обычно гораздо выше, чем в первом, а продолжительность жизни насекомых (с июля по май) почти в 3 раза дольше, чем особей первого поколения (май – август). Так, хорошо прослежена зависимость смертности насекомых, перезимовывающих в растительных остатках, от их плотности (рис. 3), что в частности обусловлено концентрацией птиц и мелких млекопитающих в местах повышенной численности вредителя. Неблагоприятные погодные условия (например, засушливая и жаркая погода) воздействовали на динамику численности фитофага во втором поколении значительно слабее, чем паразиты и хищники.

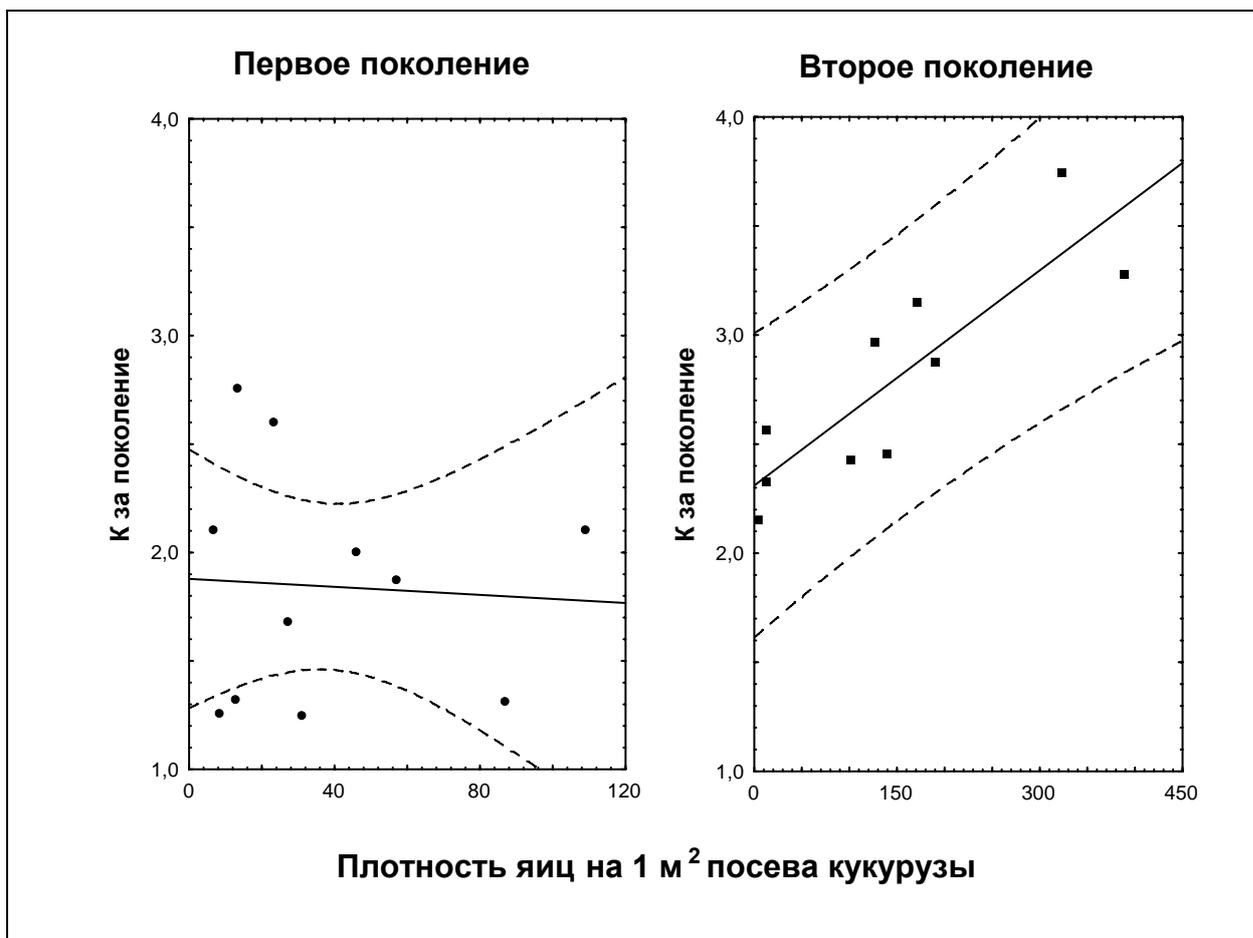


Рис. 2. Связь плотности яиц и снижения численности за поколение (К) в период развития первой и второй генераций (1994-2004 гг.)

Исходя из выявленных особенностей динамики численности поколений, прогноз развития вредителя надо сосредоточить на первом поколении. Тем более, что основной вред в зонах с двумя генерациями, как и в Краснодарском крае, обычно наносят гусеницы только первого поколения.

Общая модель экономического порога вредоносности кукурузного мотылька на кукурузе основана на среднем уровне потерь зерна в расчете на 1 взрослую гусеницу, который составляет для особей первого поколения 3-5% в зависимости от генотипа и условий выращивания растений (Chiang, 1982). За период с 1994 по 2004 гг. средняя плотность гусениц первого поколения превысила пороговую 4,81 особей на 1 м<sup>2</sup> (т.е. в среднем 1 особь на растение) лишь в 2000-2002 гг., составив соответственно 5,1, 9,8 и 17,1 особей на 1 м<sup>2</sup> (или около 1,1, 2,0 и 3,5 гусениц на растение). Из таблицы 2 видно, что благоприятными для роста численности фитофага были 1996, 2000, 2002 и 2004 годы. Как в 1996, так и в 2004 г. плотность вредителя на растениях не достигла пороговых значений по причине низкой численности перезимовавших гусениц. В менее благоприятный для развития первого поколения 2001 год средняя плотность гусениц превысила пороговое значение благодаря

большому перезимовавшему запасу вредителя. Анализ связи колебаний численности кукурузного мотылька с абиотическими факторами провели с помощью факторного анализа. Достоверную и тесную связь с общей смертностью за поколение и по учетным периодам (яйца, гусеницы, куколки, имаго) обнаружили колебания выпадения осадков, например, за 3 декаду мая - июня ( $r = 0,71$ ) и за июнь ( $r = 0,82$ ). Наиболее отчетливая связь обнаружена для суммы осадков за 1 декаду июня ( $r = 0,88$ ). Анализ таблиц выживаемости показал, что невысокая общая смертность за поколение в благоприятных условиях увлажнения складывалась из низкой гибели яиц, отродившихся и взрослых гусениц, а также повышенной плодовитости имаго.

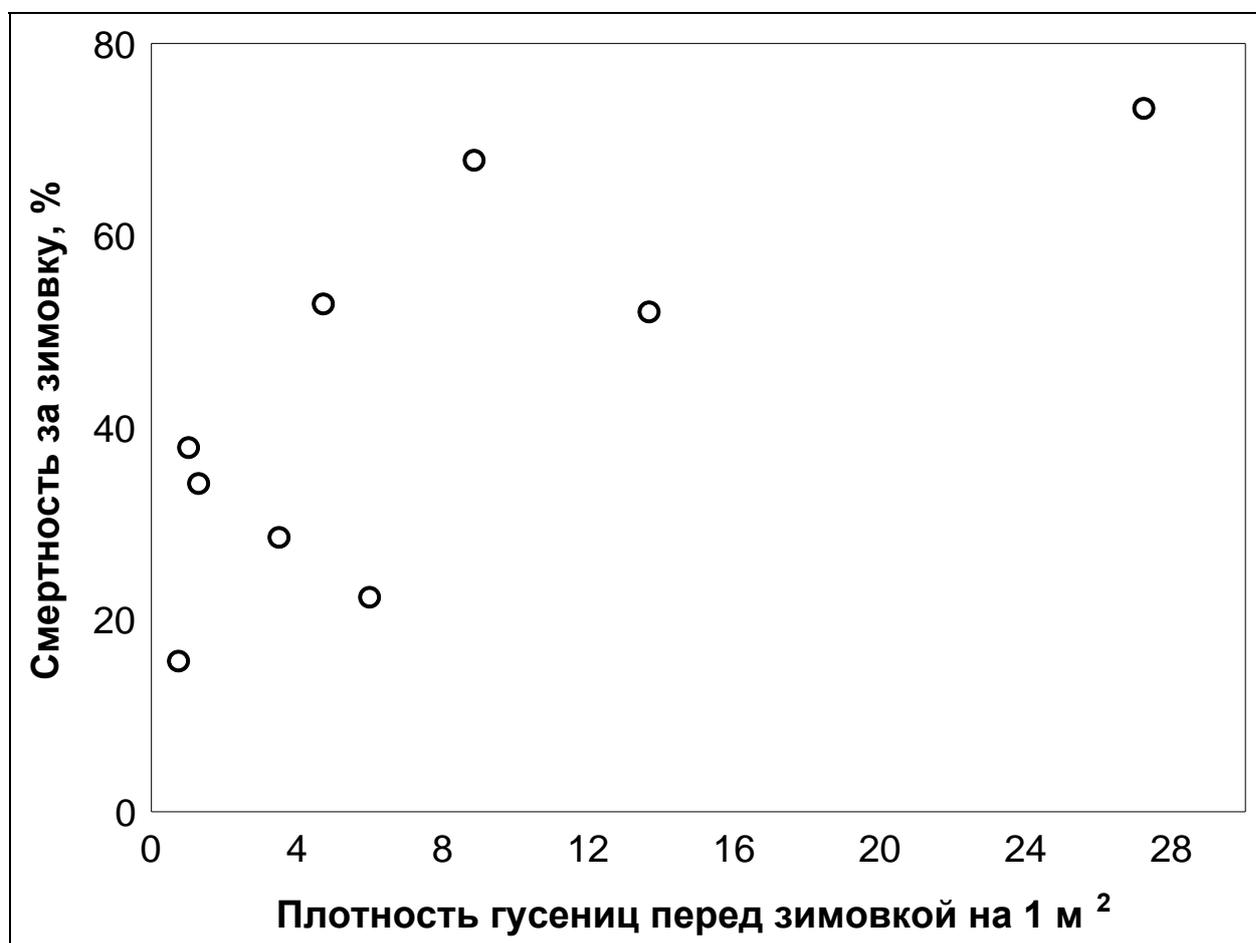


Рис. 3. Зависимость смертности зимующих гусениц от их осенней плотности.

Таблица 2. Суммы осадков за первую декаду июня, гибель за поколение (К) и индексы изменения плотности в первом поколении кукурузного мотылька (КОС ВИР, 1994-2004 г.)

| Годы           | Сумма осадков (мм) за 1 декаду июня | Гибель за поколение (К) | Индекс размножения (I) |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1994           | 2,5                                 | 2,60                    | 0,56                   |
| 1995           | 1,9                                 | 2,08                    | 1,78                   |
| 1996           | 76,5                                | 1,23                    | 10,75                  |
| 1997           | 9,8                                 | 2,01                    | 1,75                   |
| 1998           | 5,7                                 | 1,86                    | 2,98                   |
| 1999           | 1,6                                 | 1,68                    | 4,65                   |
| 2000           | 44,3                                | 1,24                    | 12,66                  |
| 2001           | 19,0                                | 2,00                    | 2,23                   |
| 2002           | 26,2                                | 1,29                    | 3,73                   |
| 2003           | 0,0                                 | 2,75                    | 0,39                   |
| 2004           | 71,0                                | 1,24                    | 11,25                  |
| <b>Среднее</b> | <b>23,5</b>                         | <b>1,82</b>             | <b>4,79</b>            |
| <b>Макс</b>    | <b>76,5</b>                         | <b>2,75</b>             | <b>12,66</b>           |
| <b>Мин</b>     | <b>0,0</b>                          | <b>1,23</b>             | <b>0,39</b>            |

Полученные материалы важны для более точного прогноза развития вредителя. Прежде всего, пороговая плотность гусениц первого поколения может быть достигнута лишь в том случае, если средняя плотность гусениц осенью предшествующего года в послеуборочных остатках составляла не менее 1,5 особей на 1 м<sup>2</sup>, а после перезимовки сохранилась на уровне не менее чем 1 особь на 1 м<sup>2</sup>. По нашим наблюдениям, гибель насекомых за период зимовки составляет в среднем 45,3% при колебаниях от 15,9 до 73,7%, главным образом от хищников, паразитов и болезней. Поскольку диапаузирующие гусеницы высоко устойчивы к низким температурам, гибель от зимних холодов обычно несущественна. Что касается весеннего уточняющего прогноза, то, по нашим наблюдениям, неблагоприятные погодные условия (жаркая и сухая погода в апреле-мае) на процесс окукливания влияют несущественно и только там, где после кукурузы высеяны не зерновые колосовые, а пропашные культуры. Во всяком случае дефицита капельно-жидкой влаги, необходимой для окукливания, гусеницы не испытывают, поскольку им хватает росы. Определенное отрицательное влияние на динамику численности вредителя оказывает лишь устойчивое и длительное потепление в феврале-марте, которое может стимулировать чрезмерно раннее окукливание и вылет насекомых. По многолетним данным в условиях восточной части Краснодарского края начало лета имаго перезимовавшего поколения обычно регистрируется в последних числах мая и при высокой

численности лёг продолжается вплоть до 20-х чисел июля. Массовая откладка яиц чаще всего регистрируются с 8 по 15 июня. Таким образом, осадки, выпавшие перед самым началом массовой откладки яиц бабочками перезимовавшего поколения, оказывают решающее влияние на судьбу первого поколения. В том случае, если за 1 декаду июня вообще не выпало осадков, или их было очень мало (до 10 мм и менее), то крайне маловероятно, что плотность гусениц превысит пороговое значение даже при условии большого перезимовавшего запаса. В том случае, если осадков выпадет 40 мм и более, то численность вредителя существенно вырастет и при условии достаточного перезимовавшего запаса с большой вероятностью превысит пороговую величину.

Весенний уточняющий прогноз развития кукурузного мотылька первого поколения нуждается в учете еще одного фактора. Установлено, что на динамику численности первого поколения могут оказывать существенное влияние природные популяции паразитов кукурузного мотылька, в первую очередь трихограммы *Trichogramma evanescens* и бракониды *Habrobracon hebetor* (Фролов, 2004). Существенно снижать численность вредителя эти и другие виды паразитов способны лишь в том случае, если им удалось в достаточных количествах размножиться за 2-3 предшествующих года с высокой численностью вредителя не только во втором, но и в первом поколении. Поэтому, если в течение ряда предшествующих прогнозу лет наблюдалась высокая численность вредителя, то весьма вероятно, что плотность гусениц первого поколения будет ниже ожидаемой. К сожалению, сделать точный прогноз степени снижения численности вредителя от паразитов невозможно без проведения дополнительных и достаточно трудоемких учетов.

Плотность заселения кукурузы кукурузным мотыльком зависит от очень многих факторов. Однако, несмотря на колебания уровня смертности яиц и гусениц от самых разных причин, оказывается, что плотность отложенных яиц — важнейший фактор, определяющий плотность гусениц на растениях. Так, по результатам 10-летних наблюдений между плотностью отложенных яиц с одной стороны и плотностями отродившихся из яиц и гусениц старших возрастов с другой обнаруживаются статистически достоверные связи. Эти связи более тесные для первого поколения ( $r = 0,91$  и  $0,72$  соответственно), чем второго ( $r = 0,82$  и  $0,50$  соответственно). Для первого поколения связь между плотностью яиц ( $X$ ) и гусениц старших возрастов ( $Y$ ) в расчете на  $1 \text{ м}^2$  посева описывается уравнением регрессии  $Y = 0,35 + 0,07X$ , т.е. плотность 4,81 гусениц на  $1 \text{ м}^2$  посева в среднем ожидается при плотности яиц, равной 64 штуки на  $1 \text{ м}^2$  или 13,3 яйца на растение при

средней густоте 48100 растений на га. Поскольку средний размер яйцекладки у кукурузного мотылька первого поколения на кукурузе составил 13,2 яиц (Фролов, Малыш, 2004), это означает, что достижение порога вредоносности, равного 1 гусенице на растение, следует ожидать, если плотность отложенных яиц составит около 1 яйцекладки среднего размера на растение. В среднем за период наблюдений гибель яиц составляла 34%, гусениц 1-2 возраста — 86%. Получается, что из 1 кладки среднего размера обычно доживает чуть более одной гусеницы 5 возраста, которая и наносит экономически ощутимый вред растению. Достоверность оценки базируется на том обстоятельстве, что наблюдения проводили на растительном материале разного генетического происхождения и при широком диапазоне колебаний погодных условий.

Результат питания гусениц кукурузного мотылька первого поколения на кукурузе легко обнаружить по характерным повреждениям листьев. Между заселенностью растений и плотностью гусениц старших возрастов обнаруживается тесная, хотя и нелинейная связь (рис. 4). Пунктирной линией на рисунке 4 отмечена плотность гусениц, равная 4.81 особей на 1 м<sup>2</sup> посева.

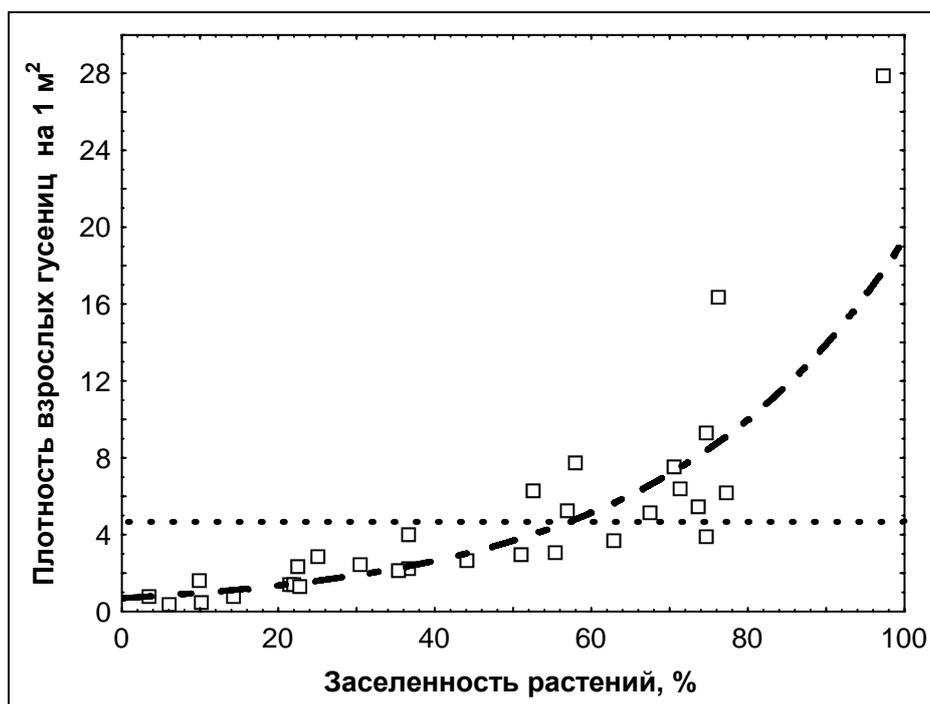


Рис. 4. Связь между заселенностью растений кукурузным мотыльком первого поколения, измеренной процентом растений с поврежденными листьями, и плотностью гусениц 3-5 возрастов.

Очевидно, что для Краснодарского края порог заселенности растений за весь период яйцекладки имаго перезимовавшего поколения, при котором достигается плотность 1 взрослой гусеницы первого поколения на растение, составляет около 60%. При 18-20% заселенных яйцами

растений создается плотность всего лишь в среднем около 1 гусеницы на 1 м<sup>2</sup> посева, что не может причинить ощутимого экономического ущерба (Фролов и др., 1999).

Что касается порога вредоносности, основанного на подсчете плотности яиц, то он, очевидно, мало пригоден для практического применения. Процесс яйцекладки растянут на месяц-полтора, а осмотр растений слишком трудоемок, даже если обследовать только нижние поверхности листьев, как наиболее предпочитаемые для яйцекладки части растений. Гораздо более приемлемым с практической точки зрения является учет процента заселенности растений гусеницами. Известно, что в климатических условиях Краснодарского края в фазу средней листовой воронки (8-12 листьев) полное разворачивание листа обычно происходит в течение трех дней. Поэтому, если растение заселено, то в течение трех-четырех дней от начала питания гусениц факт заселения легко и быстро обнаруживается по характерным сквозным отверстиям на листьях.

Поэтому окончательный этап прогноза заселенности кукурузы вредителем состоит в проведении обследований посевов на заселенность гусеницами младших возрастов. Одна пробная площадка на посевах включает 20 растений в ряду. Пробы берут не менее чем в 5 точках поля. В процессе учетов отмечается процент заселенных растений и в каждой пробе по крайней мере у двух заселенных растений (т.е. у которых повреждены листья) срезаются листовые воронки, где подсчитывают количество питающихся гусениц и определяют их возраст. Обследования начинают в фазу 7-8 листьев и завершают с началом фазы выметывания метелки. Экономический порог вредоносности будет достигнут с высокой вероятностью, если на посевах обнаруживают 60% и более заселенных растений с живыми гусеницами 2-4 возрастов. Химическая обработка растений против гусениц первой генерации обычно эффективна только до того момента, пока гусеницы не начнут массово внедряться во влагалища листьев, а затем и в стебли.

Представленные в данной статье материалы направлены на дальнейшее совершенствование методов учета и прогноза кукурузного мотылька применительно к условиям Краснодарского края. Важно отметить, что в 2004 г. во многих районах Краснодарского края численность ушедших на зимовку гусениц была выше среднего уровня, что создает реальную угрозу сильного повреждения кукурузы вредителем.