

А.Н. Фролов, Ю.М. Малыш и Ю.С. Токарев

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ ЛУГОВОГО МОТЫЛЬКА
(*PYRAUSTA STICTICALIS* L.) В ПЕРИОД ЕГО НИЗКОЙ ЧИС-
ЛЕННОСТИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ**

[A.N. FROLOV, Yu.M. MALYSH a. Yu.S TOKAREV. BIOLOGICAL
FEATURES OF BEET WEBWORM (*PYRAUSTA STICTICALIS* L.)
DURING THE PERIOD OF ITS LOW POPULATION DENSITY]

Луговой мотылёк — широкий полифаг, встречающийся в степных районах европейской и азиатской частей России между 45° и 55° с.ш. Для этого вида характерны периодические вспышки массового размножения, чередующиеся с более или менее длительными периодами депрессий. Во время вспышек насекомое наносит серьёзный ущерб сельскохозяйственным культурам, а в периоды депрессий — практически не встречается в агроценозах. Описанию биологических особенностей лугового мотылька в период его высокой численности посвящена обширная литература, тогда как работ, анализирующих состояние вредителя в период его низкой численности, практически нет. Однако, чтобы понять природу циклических колебаний численности, необходимо располагать сведениями об особенностях развития популяций не только в период высокой численности, но и в фазы спада и подъема, и особенно во время депрессии. В этой связи сведения об особенностях биологии популяций вредителя в период депрессии весьма важны для поиска причин периодичности вспышек размножения и усовершенствования методов прогнозирования.

Цель данной работы — изучить особенности биологии лугового мотылька в период его низкой численности, оценить роль факторов, влияющих на его численность в этот период, и выявить те из них, которые оказывают наиболее сильное воздействие на вредителя.

Работа выполнялась в рамках программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений «Фитосанитарная устойчивость агроэкосистем» и грантам РФФИ № 03-04-49269, 06-04-48265.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Наблюдения за численностью лугового мотылька проводили в Славянском районе Краснодарского края (45° 08' с.ш. и 37° 25' в.д.) в 2003-2005 гг. в период депрессии численности вредителя. При проведении учётов плотности и смертности лугового мотылька использовали методические указания и рекомендации

И.Я. Полякова и В.О. Хомяковой (1976), Ю.Б. Шуровенкова (1982), В.Т. Алёхина и Т.Л. Кузнецовой (2003).

Обследуемая территория расположена в Кубанском дельтавопойменном районе и представляет собой плавневую равнину с сетью ериков, прирусловых гряд и лиманных понижений. Наблюдения осуществлялись на территории бывшего рисосовхоза «Ачуевский» и в его окрестностях. Общая земельная площадь хозяйства составляет 13012 га, из них пашни — 2299 га. До середины 80-х гг. прошлого века оно специализировалось на производстве риса, так что в целом зерновой клин составлял около 75% пашни. Луговой мотылёк редко выкармливается на злаковых растениях, в связи с чем его, как вредителя, в хозяйствах плавневой зоны официально не регистрировали (Шевченко, Середин, 1984). Однако, согласно устному сообщению агронома хозяйства «Ачуевский» в 2000-2001 гг. численность лугового мотылька была достаточно высокой и семенная люцерна сильно от него пострадала. В настоящее время рис в хозяйстве уже не выращивают, часть пашни отдана в фермерское пользование, часть занята многолетними травами, многие поля заброшены, т.е. создались благоприятные ландшафтные условия для развития лугового мотылька в данной местности.

В конце апреля 2003 г. на территории более 450 га нами проведен рекогносцировочный анализ стадий (сельскохозяйственных угодий в севообороте, лесополос, оросительных систем и непахотных участков) по пригодности их для обитания лугового мотылька (в основном по обилию предпочитаемых кормовых растений и типов почв). В результате было отобрано четыре модельных участка.

Лёт бабочек по каждому поколению регистрировали при помощи светоловушки ЭСЛУ-3, установленной во дворе частной усадьбы, и методом регулярных (через 1-2 дня, а в период лёта ежедневных) наблюдений на модельных участках. Численность на каждом модельном участке учитывали методом вспугивания имаго, обследуя при каждом учёте не менее чем по 350 м² (т.е. 50 шагов по 0.7 м каждый с шириной захвата 1 м в 10 повторениях). Отлов имаго производился с помощью энтомологического сачка. Периодически (через 2-4 дня) на модельных участках проводили также поиск яиц, для чего закладывали пробные площадки размером 0.25 м² (20 проб на каждом модельном участке). На площадке осматривали весь пригодный для откладки яиц субстрат (как культурные и сорные растения, так и растительные остатки). В период ожидаемого развития гусениц периодически (через 4-5 дней) проводили их поиск на пробных площадках 0.25 м² (по 10-20 проб на участке) методом встряхивания (Поляков, Хомякова, 1975). Для обнаружения гусениц на участках и суждения об их наличии использовали кошени энтомологическим сачком. Поиск ушедших на зимовку и перезимовавших гусениц проводили путем почвенных раскопок с использованием почвенных сит. Для этого на каждом участке закладывали по 10-20 проб площадью 0.25 м² и глубиной до 7 см.

Большую часть отловленных в природных условиях бабочек размещали парами по стеклянным 0.5 л сосудам. Внутри сосуда помещали полоску писчей бумаги, которая полностью покрывала стекло. Сверху сосуд накрывали марлей, на которую клали по два кусочка ваты, один из которых смачивали в 5%-ном сахарном растворе (для обеспечения насекомых дополнительным питанием), а второй — пресной водой. Бумагу, на которую самки откладывали яйца, регулярно меняли. Помимо плодовитости, оцениваемой количеством отложенных яиц в расчёте на 1 самку, фиксировали продолжительность жизни имаго. Другую часть отловленных в природе самок вскрывали для определения потенциальной плодовитости.

сти по методике, описанной И.Я. Поляковым и В.О. Хомяковой (1976). Часть отловленных бабочек, а также воспитанных в лабораторных условиях гусениц помещали в полевые садки, которые были установлены на опытном приусадебном участке.

В лаборатории гусениц выкармливали на лебеде, люцерне, полыни и щирце, т.е. на предпочитаемых ими кормовых растениях. Корм (срезанные растения) меняли ежедневно, удаляя погибших и регистрируя количество выживших особей.

Значения температуры, влажности воздуха и осадков регистрировали ежедневно с помощью портативной компьютеризированной метеостанции KMS австрийского производства.

Для светомикроскопической диагностики энтомопатогенов лугового мотылька из трупов насекомых готовили мазки. Для выявления ядерных полиэдрозов мазки окрашивали эозином по методу Швецовой, гранул бакуловирусов — карболовым фуксином по Цилю (Митрофанов и др., 1985). Диагностика спор микроспоридий проведена путем окрашивания по Романовскому-Гимза (Исси, 1993) и с помощью флюоресцентного красителя диамидин фенилиндола (ДАФИ) (Токарев, 2003; Токарев и др., 2004). Для выявления грибных патогенов применяли стандартные методы микологических исследований (проращивание во влажной камере, выделение в чистую культуру, световую микроскопию).

Статистическую обработку результатов (расчёт корреляций, множественных регрессий, дисперсионный анализ) проводили в соответствии с рекомендациями Шарова (1996). Квантильный анализ был использован в соответствии с методическими разработками Васильева и др. (1973). Расчёты осуществляли с помощью электронных таблиц Excel (MS Office 2003) и пакета Statistica 7.0 (StatSoft, Inc.). Подсчёт размеров спор проводили в приложении Carl Zeiss Axiovision 3.1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

ФЕНОЛОГИЯ

В 2003 и в 2005 гг. имаго лугового мотылька встречались на всех модельных участках общей площадью 382.5 га. В 2004 г. взрослые насекомые были отмечены только на двух участках общей площадью 145 га. В 2003 и 2005 гг. было отмечено по три волны лёта имаго, тогда как в 2004 г. — только две (рис. 1).

Начало лёта перезимовавшего поколения в 2003 г. зарегистрировано 13 мая, в 2004 г. — 22 мая, причём продолжительность лёта в 2004 г. была в два раза короче, чем в 2003 г. (14 и 35 дней соответственно). В 2005 г. лёт начался ещё позже — 26 мая и продолжался лишь 5 дней. Лёт первого поколения в 2004 г. начался 20 июля, тогда как в 2003 г. к этой дате лёт уже завершился, и длился 7 дней, а в 2003 г. — 28 дней. В 2005 г. лёт начался 29 июня, 30 июня лёт отмечен на всех участках (в среднем 1.9, максимум 25 имаго на 50 шагов), но уже на следующий день мотыльков нигде не обнаружено. Со 2 по 11 июня отмечался средний уровень плотности имаго (в

среднем 0.6, максимум 11 имаго на 50 шагов), а 12 июля отмечен ещё один подъём численности, более заметный, чем предыдущий (в среднем 67.6, максимум 300 имаго на 50 шагов). Продолжительность периода лёта имаго этого поколения в 2005 г. составила 23 дня, почти как в 2003 г. (25 дней), тогда как в 2004 г. лёт длился всего 6 дней. Лёт второго поколения в 2005 г. регистрировался с 5 августа по 7 сентября (34 дня). Похожая ситуация была отмечена в 2003 г. — лёт также начался 5 августа и продолжался 32 дня, а в 2004 г. лёт был представлен только одной бабочкой, которая попала в светоловушку 17 сентября.

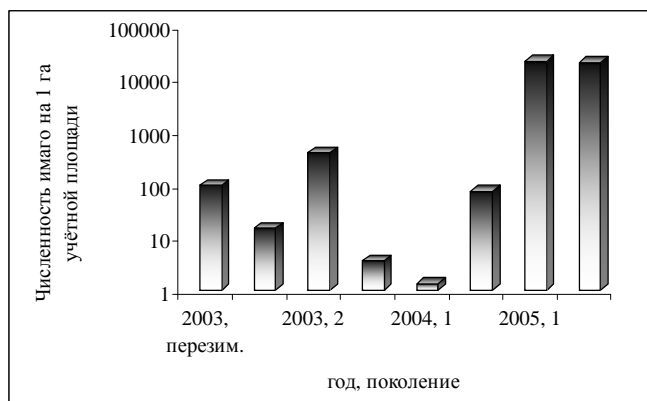


Рис. 1. Динамика численности лугового мотылька в 2003-2005 гг. (логарифмическая шкала численности)

В 2003 г. зарегистрированы максимумы в 7, 2 и 55 имаго на 50 шагов (перезимовавшего, первого и второго поколений соответственно), а в 2004 г. — лишь 2 и 1 (перезимовавшего и первого поколений соответственно). Таким образом, в 2004 г. по сравнению с 2003 г. лёт каждого поколения был не только менее продолжительным, но и менее интенсивным. В 2005 г. максимальное количество взлетающих на 50 шагов имаго соответственно поколениям равнялось 2, 350 и 50.

Оценкой относительной численности имаго за поколение служило произведение среднего количества вспугнутых имаго на продолжительность лёта поколения (измеренную в днях). Относительную плотность имаго рассчитывали на 382.5 га (общую площадь модельных участков). Совершенно очевидно, что в 2004 г. учётная площадь была заселена гораздо меньшим количеством бабочек, чем в 2003 г. Численность имаго первого и второго поколений 2005 г. была в 50 раз выше самого многочисленного лёта 2003 г.

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Одним из самых важных разделов биологии лугового мотылька является описание репродуктивных характеристик данного вида.

Известно, что плодовитость самок во многом зависит от качества дополнительного питания. В период исследований в лабораторных условиях при подкормке 5%-ным сахарным сиропом изменения репродуктивных способностей самок (Малыш, 2004, 2005) отражали физиологическое состояние лугового мотылька в разные годы наблюдений (рис. 2).

Максимальная плодовитость имаго практически не менялась в ряду поколений в течение 2003 г., составив в среднем 160-170 яиц на одну самку. В 2004 г. потенциальная плодовитость по сравнению с 2003 г. выросла до 400 яиц. В 2005 г. данный показатель остался на уровне 2004 г. Половая активность имаго, выраженная в процентах оплодотворённых самок, содержащихся в лаборатории вместе с самцами в течение всей их жизни с момента поимки, в 2003-2005 гг. варьировала от 57 % до 100 % (рис. 2).

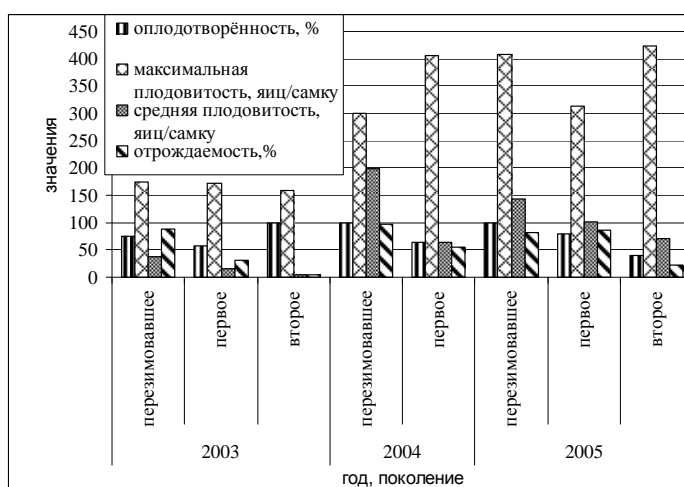


Рис. 2. Репродуктивные характеристики имаго лугового мотылька в 2003-2005 гг.

В лабораторных условиях самки откладывали яйца, однако чаще всего в небольшом количестве, несмотря на то, что имаго были обеспечены до-

полнительной подкормкой в виде сахарного сиропа. Количество отложенных яиц заметно уменьшалось в ряду поколений 2003 г., составив в среднем 37, 16 и 4 яйца на самку в перезимовавшем, первом и втором поколениях, соответственно. Различия плодовитости статистически достоверны ($p < 0.001$). В 2004 г. реализованная плодовитость в среднем выросла в 3-5 раз. Различия между плодовитостью самок второго поколения 2004 г. (наименьшей за сезон) и плодовитостью самок первого поколения 2003 г. (наибольшей за сезон) статистически не значительны. Плодовитость самок в 2004 г. оценивалась 200 и 63 яйцами в расчёте на 1 самку перезимовавшего и первого поколений. В 2005 г. уровень плодовитости перезимовавшего (144 яйца на самку) и первого (102 яйца на самку) поколения практически не изменился относительно 2004 г. На одну самку вто-

рого поколения в среднем приходится по 71 яйцу, что значительно превышает уровень плодовитости самок второго поколения 2003 г. (рис. 2).

Заметим, что в фазу массового размножения самки практически полностью реализуют потенциальную плодовитость. Так, исследованиями 1975-1978 гг. (Хомякова и др., 1980) показано, что наиболее плодовиты самки перезимовавшего поколения (в среднем — 300 яиц, максимум — 600 яиц), а самки первого и второго поколения откладывали не более 150-200 яиц.

Таким образом, плодовитость самок в период депрессии в среднем примерно в 4 раза (иногда в 10 раз) ниже, чем в период всплеск численности. Однако тенденция к снижению плодовитости самок в ряду поколений одного сезона, отмеченная у лугового мотылька в период его высокой численности, наблюдается и в период депрессии.

По литературным данным имаго лугового мотылька в среднем живут 15-29 суток, а некоторые особи — до 50 суток, но откладка яиц обычно заканчивается за 7-14 дней (Хомякова и др., 1986). По нашим наблюдениям самки жили в среднем от 6 до 19 дней, затрачивая на откладку яиц от 3 до 7 дней. Несмотря на то, что продолжительность жизни самок, как средняя (от 6 до 19 дней), так и максимальная (от 11 до 45 дней) возрастала с каждым поколением в течение трёх лет, продолжительность откладки яиц среднестатистической самки практически не изменялась. У отдельных особей откладка яиц была растянута до 33 дней. Интересно, что период откладки яиц в перезимовавшем поколении и в 2004, и в 2005 гг. более длителен, чем в последующих поколениях.

В условиях лаборатории уровень отрождаемости гусениц из яиц в 2003 г. был низким (не более 46%); в 2004 г. он был значительно выше (98% для первого поколения, 55% для второго), а в 2005 г. для первого и второго поколений наблюдался довольно высокий устойчивый показатель — 81 и 87 %, соответственно (рис. 2).

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПОТОМСТВА

Как в 2003, так и в 2004 гг. выживаемость потомства, полученного от пойманных в природе имаго, была чрезвычайно низкой (табл. 1), а статистически достоверных различий между смертностями 5 поколений не выявлено. Хотя более высокую выживаемость в первом поколении отмечали ежегодно, только в 2005 г. (когда выживаемость, по сравнению с предшествующими годами, существен-

но повысилась) различия между выживаемостью особей первого поколения и последующих были статистически достоверны ($p < 0.05$).

Учитывая высокую смертность насекомых на преимагинальных стадиях, становится понятным, почему плотность летающих в ряду поколений имаго в целом проявляла тенденцию к снижению в 2003-2004 гг.

Таблица 1.

Выживаемость (% живых особей от количества отложенных яиц) лугового мотылька по стадиям развития

Стадия развития	2003 г.			2004 г.			2005 г.		
	поколения								
	1	2	3	1	2	1	2	3	
яйца	89.0	31.4	4.2	98.0	56.0	80.6	86.7	22.8	
гусеницы I возраста	85.7	2.0	4.0	97.8	55.5	39.5	71.9	11.9	
гусеницы II возраста	73.8	1.5	2.0	52.2	5.8	27.2	52.7	7.1	
гусеницы III возраста	50.0	1.5	0.0	28.4	1.1	23.7	48.2	5.5	
гусеницы IV возраста	4.8	1.5	0.0	10.8	1.1	20.7	45.8	4.2	
гусеницы V возраста	0.4	1.5	0.0	2.6	0.9	17.8	41.5	3.9	
куколки	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	14.9	25.9	2.3	
имаго	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	13.4	13.0	—	

С другой стороны, сравнение отловленных в природе имаго по продолжительности жизни (8 дней в 2003 г., 13 дней в 2004 г. и 16 дней в 2005 г.) и ряду репродуктивных показателей (рис. 2) свидетельствует, что в 2004 г. наметилась определенная тенденция к повышению жизнеспособности насекомых. Кроме того, к концу 2004 г. соотношение полов стало сдвигаться в сторону самок (рис. 3), тогда как во всех поколениях 2003 г. и в перезимовавшем поколении 2004 г. самцы численно преобладали над самками.

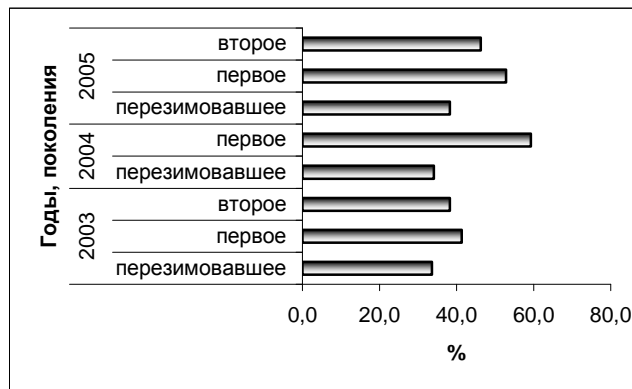


Рис. 3. Соотношение полов (% самок) среди имаго, отловленных в природе

Поскольку в естественных условиях, кроме имаго, других стадий развития не обнаружено, проследить полный цикл развития лугового мотылька в природе оказалось невозможным. Тем не менее,

Тем не менее,

по плотности имаго в природе, их репродуктивным характеристикам в лабораторных условиях и смертности потомства смоделированы изменения численности по каждому из поколений (табл. 2). В качестве исходного показателя брали относительную плотность имаго в пересчёте на 1 га учётной площади. В моделировании учитывалась только «естественная» смертность яиц, гусениц и куколок в садках, т.е. гибель от хищников и паразитов в открытых местообитаниях не принята во внимание. Кроме того, не представлялось возможным оценить смертность и миграции имаго в период откладки яиц. Поэтому суммарная гибель насекомых за поколение в реальных условиях должна быть ещё выше, чем это следует из приведённой таблицы 2. Тем не менее, даже при недоучёте целого ряда факторов оказывается, что плотности летавших в природе имаго как в 2003, так и в 2004 гг. иногда (третья волна лета 2003 г., первая и вторая волны лета 2005 г. (табл. 3)) значительно превышали теоретически ожидаемые, основанные на оценках численности куколок и имаго в лаборатории. В 2003 и 2004 гг. в первом поколении значения рассчитанной и фактической численности почти одинаковы. Во втором поколении 2004 г. фактическая численность имаго (нулевая) совпала с теоретически ожидаемой, когда в светоловушку попала лишь одна особь. В этом случае, однако, могла иметь место другая причина низкой численности насекомых, т.к. при сложившихся неблагоприятных погодных условиях второе поколение просто не имело достаточных тепловых ресурсов для развития третьего поколения. Во втором поколении 2005 г., рассчитанная численность имаго оказалась больше фактической (табл. 3).

Таблица 2.

Расчётные таблицы выживаемости лугового мотылька

Стадия развития	Плотность живых/га		
	1-е	2-е	3-е
<u>Поколения, 2003 г.</u>			
Яйца в лаборатории	5582.2*)	1051.2	24544.8
Отродившиеся из яиц гусеницы	4968.2	330.4	1031.4
Гусеницы I возраста	4784.0	21.5	982.3
Гусеницы II возраста	4119.8	16.3	491.4
Гусеницы III возраста	2791.4	17.4	0.5
Гусеницы IV возраста	268.4	17.4	0.5
Гусеницы V возраста	22.8	17.4	0.5
Куколки в лаборатории	11.8	0.5	0.5
Имаго в лаборатории	11.8	0.5	
Имаго в природе	15.3	404.4	
Имаго (1♀:1♂)	12.8	309.6	
Имаго (150 яиц на особь)	8.0	164.6	
<u>Поколения, 2004 г.</u>			
	1-е	2-е	

Яйца в лаборатории	370.5**)	395.7	
Отродившиеся из яиц гусеницы	363.1	221.8	
Гусеницы I возраста	362.4	219.8	
Гусеницы II возраста	193.6	23.4	
Гусеницы III возраста	105.6	4.8	
Гусеницы IV возраста	40.5	4.8	
Гусеницы V возраста	10.1	4.1	
Куколки в лаборатории	2.4	0.5	
Имаго в лаборатории	1.2		
Имаго в природе	2.3		
Имаго (1 ♀:1 ♂)	2.6		
Имаго (150 яиц на особь)	3.1		
<u>Поколения, 2005 г.</u>			
	1-е	2-е	3-е
Яйца в лаборатории	11610.3***)	3560362.1	3917870.6
Отродившиеся из яиц гусеницы	9358.0	3086834.0	893274.9
Гусеницы I возраста	4586.4	2559900.5	466227.0
Гусеницы II возраста	3158.4	1876311.1	278169.3
Гусеницы III возраста	2752.0	1716094.8	215483.4
Гусеницы IV возраста	2403.7	1630646.1	164551.0
Гусеницы V возраста	2067.0	1477550.6	152797.4
Куколки в лаборатории	1730.4	922134.2	90111.5
Имаго, вылетевшие в садках	1556.2	462847.5	
Имаго в природе	21449.6	20329.1	
Имаго (1 ♀:1 ♂)	22678.0	18481.0	
Имаго (150 яиц на особь)	23736.2	26119.6	

*) Рассчитано по оценкам плотностей перезимовавшего поколения 2003 г.: 95.9 (имаго в природе), 64.6 (имаго в природе, нормализованные по соотношению полов (1 ♀:1 ♂)) и 37.7 особи (имаго в природе, нормализованные по среднему уровню плодовитости (150 яиц на особь)).

***) Рассчитано по оценкам плотностей перезимовавшего поколения 2004 г.: 4.1 (имаго в природе), 3.0 (имаго в природе, нормализованные по соотношению полов (1 ♀:1 ♂)) и 3.0 особи (имаго в природе, нормализованные по среднему уровню плодовитости (150 яиц на особь)).

***) Рассчитано по оценкам плотностей перезимовавшего поколения 2005 г.: 74.8 (имаго в природе), 57.4 (имаго в природе, нормализованные по соотношению полов (1 ♀:1 ♂)) и 77.9 особи (имаго в природе, нормализованные по среднему уровню плодовитости (150 яиц на особь)).

В 2003 г. отродившиеся гусеницы успешно развивались в лаборатории, питаясь срезанными растениями люцерны, лебеды и полыни. Однако неоднократные попытки заселения люцерны в природных условиях как лабораторно воспитанными гусеницами 1-4 возрастов, так и яйцами заканчивались быстрой гибелью насекомых. В 2004 г. 570 отродившихся в лаборатории гусениц были выпущены в садки на люцерну и, несмотря на то, что 90 % из них погибло, нам удалось собрать коконы и проследить начало вылета имаго.

Таблица 3.

Расчётная (по таблицам выживаемости) и фактическая (по результатам учётов) численность имаго лугового мотылька

год	поколения	численность имаго на 1 га	
		расчётная	фактическая
2003	перезимовавшее	–	95.4
	первое	11.3	14.8
	второе	0.0	403.9
2004	перезимовавшее	0.0	3.6
	первое	0.7	1.8
2005	перезимовавшее	0.0	74.3
	первое	1555.7	21449.1
	второе	462847.0	20328.6

Из приведённого материала следует вывод, что обитавшие на учётной площади имаго характеризовались весьма невысокой репродуктивной способностью, а их потомство проявляло слишком низкую выживаемость, чтобы производить имаго в тех количествах, которые отмечались фактически в каждом последующем поколении. Размножение лугового мотылька в период депрессий происходит в небольших по площади очагах, где может поддерживаться высокая плотность гусениц до 20-50 и более особей на м². По Южному Федеральному Округу в 2003-2004 гг. такие очаги чаще регистрировали в Ставропольском крае и Ростовской области (Фролов и др., 2005). Поддержание численности имаго в районе проведения наших наблюдений можно объяснить периодическими залётами имаго из таких очагов. Миграции бабочек в период массовых размножений — характерная черта биологии вредителя (Бельский, 1932; Мельниченко, 1934; Филатова, 1935; Поляков, Макарова, 1976; Макарова, Доронина, 1994 и др.). Очевидно, что миграции имаго происходят не только в период высокой численности, но и в период депрессий, просто в силу низкой численности насекомых они остаются незамеченными.

ЭНТОМОПАТОГЕНЫ

Низкая жизнеспособность насекомых в период депрессии численности объясняется высоким уровнем их поражённости патогенными микроорганизмами, среди которых выявлены вирусы *Baculovirus — Polyhedrosis gr., Granulosis gr.* и два вида микроспоридий — *Nosema sticticalis* и *Microsporidium sp.* (Малыш и др., 2006)

В 2003 г. на протяжении трёх поколений заражённость бабочек микроспоридией *N. sticticalis* составляла от 16.9 до 25.9%. Интен-

сивность заражения была относительно высокой — от 10 до 100 спор в поле зрения.

В 2004 г. обнаружено заражение бабочек микроспоридией *Microsporidium sp.* Интенсивность заражения этим видом варьировала от средней (менее 10 спор на поле зрения) до высокой (свыше 10 спор в поле зрения). Заражённость имаго микроспоридиями обоих видов достигала 55.6 % для имаго перезимовавшего и 23.5 % — первого поколений.

В гусеницах, полученных от бабочек, отловленных в природе в 2003 и 2004 гг., выявлена заражённость микроспоридиями от 8 до 13%, что свидетельствует о трансвариальной передаче патогенов.

В 2005 г. заражённость бабочек перезимовавшего и первого поколений составила 6.5 % и 5.4 %, соответственно. Интенсивность заражения была минимальной — от 1 до 3 спор на мазок, лишь в одном случае заражения *N. sticticalis* интенсивность была средней — более 10 спор в поле зрения.

Отрицательная связь между численностью имаго и заражённостью их микроспоридиями очевидна (рис. 4). В 2003 г. колебания численности и заражённости по поколениям имели относительно небольшую амплитуду, данные показатели находились в противофазе относительно друг друга. В 2004 г. минимальной численности имаго в первом поколении предшествовала максимальная заражённость имаго предыдущего перезимовавшего поколения. В 2005 г., наоборот, за снижением заражённости микроспоридиями бабочек перезимовавшего поколения последовал заметный рост численности имаго первого поколения (рис. 4.).

Высокий уровень заражения микроспоридиями в период депрессии лугового мотылька, выявленный в настоящей работе, может быть как причиной (то есть одним из факторов, вызывающих снижение численности), так и следствием депрессионного состояния, при котором физиологические показатели организма насекомых снижены, что повышает их восприимчивость к заражению. Детальный анализ динамики численности и заражённости с применением статистических методов показывает, именно микроспоридиоз является причиной, а снижение численности — следствием. Следовательно, снижение численности в 2004 г. вызвано высоким уровнем заражённости микроспоридиями, а освобождение популяции насекомых от микроспоридиоза следует рассматривать в качестве одного из важнейших факторов, способствовавших подъёму численности в 2005 г.

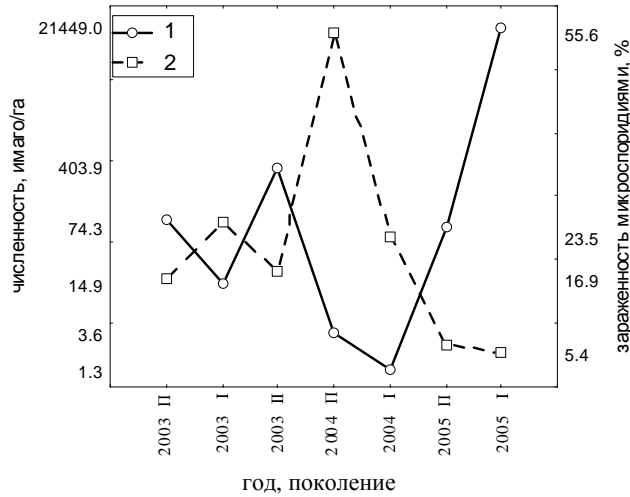


Рис. 4. Динамика численности имаго лугового мотылька и заражённости их микроспоридиями в 2003-2005 гг. II – перезимовавшее, I – первое, II – второе поколения; 1 – численность имаго, 2 – заражённость микроспоридиями.

Вирусы полиэдроза и гранулёза зарегистрированы у лугового мотылька только в гусеницах. Многочисленные микроскопические анализы бабочек как в настоящей работе в 2003-2004 гг., так и в предыдущих работах (Митрофанов, 1980) показали отсутствие явных вирусных инфекций у имаго этого вида. У гусениц выявлена заражённость вирусами на уровне 15.4% в 2003 г. (число особей в анализе N=13) и 43% в 2004 г. (N=124). Присутствие вирусной инфекции в лабораторной культуре гусениц, происходящих от природных имаго, свидетельствует о трансвариальной передаче и позволяет косвенно судить о заражённости вирусами природной популяции насекомых.

В 2005 г. при микологическом анализе трупов гусениц, собранных в Сальском районе Ростовской области и живых гусениц, собранных там же и в окрестностях Краснодара, а также погибших при содержании в лаборатории, энтомопатогенные грибы не выявлены. Это соответствует более ранним наблюдениям (Митрофанов, 1980), согласно которым заражённость лугового мотылька факультативными патогенами в периоды массового размножения минимальна.

ЭНТОМОФАГИ

В 2005 г. в очагах размножения лугового мотылька выявлена относительно высокая заражённость гусениц паразитами. Так, гусеницы, собранные на полях люцерны и подсолнечника в Краснодаре,

на 15% были заражены паразитами из сем. Ichneumonidae (*Sinophorus sp.*) и Braconidae (*Zele chlorophthalmus* Curtis). В Новопокровском районе Краснодарского края 10% гусениц были заражены паразитами (*Sinophorus sp.*, *S. xanthostomus* Grav.).

В Сальском районе Ростовской области наряду с гусеницами отмечено в среднем по 1 кокону наездников-браконид (*Microplitis sp.*) на растение подсолнечника. 50% гусениц были заражены паразитами сем. Ichneumonidae (*Tycherus elongatus* Thomson) и Braconidae (*Microplitis sp.*). Можно предполагать, что наездники способны быстро включаться в процесс регуляции численности лугового мотылька при увеличении плотности его популяции.

ПРОГНОЗ ЧИСЛЕННОСТИ ЛУГОВОГО МОТЫЛЬКА В ПЕРИОД ДЕПРЕССИИ

Луговой мотылёк очень чувствителен к степени оптимальности для него условий среды в отдельные периоды жизненного цикла, поэтому уровень его распространения, потенциальной вредоносности и соответствующих им объёмов защитных обработок может изменяться за сезон 2-3-кратно. С учётом условий, сложившихся для развития перезимовавшего поколения, весной до появления гусениц первого поколения, составляют уточняющий прогноз. В период депрессии невозможно использовать в полной мере существующие модели, т.к. при низкой численности имаго обнаружить коконы и гусениц в природе крайне сложно, следовательно, нельзя установить длительность периода от окукливания гусениц до вылета имаго и развития гусениц. Этим объясняется необходимость поиска доступных для оценки факторов, влияющих на численность лугового мотылька в период депрессии.

С этой целью все факторы, влияющие на численность вредителя, были разбиты нами на группы. Предварительно с помощью простого регрессионного анализа выявлены факторы с наибольшим эффектом, которые затем были включены во множественный ступенчатый регрессионный анализ изменений численности имаго от комплекса факторов (как метеорологических показателей, так и биологических). Наиболее существенными эффектами на численность текущего поколения характеризовались: 1) заражённость особей предшествующего поколения микроспоридиями, 2) ГТК за период лёта текущего поколения и 3) комплекс факторов за период развития предшествующего поколения (сумма осадков, плодовитость самок, численность имаго). Достоверность связи при учёте комплекса факторов была существенно выше ($p=0.01$), чем в случае использования

только гидротермических показателей или только биологических факторов. Коэффициент множественной регрессии (R) при учёте в модели ряда факторов (табл. 4) равен 0.955.

Таблица 4.
Расчёт ступенчатой регрессии численности имаго по комплексу факторов

Фактор	B	Ст. ошибка	p
Микроспоридиоз предшеств. поколения (M), (%)	-0.17	0.003	0.01
ГТК лёта текущего поколения (h)	-0.20	0.008	0.02
Осадки за период лёта предшеств. поколения, мм (p)	0.04	0.001	0.02
Ср. плодовитость предшеств. поколения, яиц/самку (F)	0.01	0.0004	0.02
Численность предшеств. поколения, имаго/50 шагов (N)	0.40	0.002	0.04

В целях разработки уточнённой модели прогноза размножения вредителя в период его низкой численности данную зависимость следует апробировать на более широком наборе данных и после соответствующей корректировки рекомендовать для использования практической службой прогнозов РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алехин В.Т., Кузнецова Т.Л. Луговой мотылёк и меры борьбы с ним. (Рекомендации). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 76 с.
- Бельский Б.И. К вопросу об очагах размножения лугового мотылька (*Loxostege sticticalis* L.) в степной области Украины // Луговой мотылёк в 1929-1930 гг. Кн. 2, Киев, 1932. С. 21-36.
- Быкова Е.П. Прогнозирование численности лугового мотылька *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyralidae) на основе оценки экологических условий формирования его зимующего запаса // Энтомол. обозр., 1984. Т. 63. Вып. 1. С. 8-16.
- Дегтярёв Н. Изучать лугового мотылька // Хата-лаборатория. Киев: Гос. Изд-во колхозн. и совхозн. лит-ры, 1936. № 5. С. 19-20.
- Добровольский Б.В. Луговой и стеблевой мотыльки // Прогноз появления и учёт вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. М.: Изд-во мин. сельск. хоз-ва СССР, 1958. С. 232-349.
- Исси И.В. Микроспоридии, регулирующие численность вредных насекомых // Тр. ВИЗР, 1968. №31. С. 300-330.
- Исси И.В., Симчук П.М., Радищева Д.Ф. Микроспоридиоз лугового мотылька *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyralidae) // Бюлл. ВИЗР, 1980. № 48. С. 3-6.
- Исси И.В. Сбор, сохранение и пересылка энтомопатогенных микроорганизмов и нематод, их подготовка к определению // Методические указания по сбору и диагностике энтомопатогенных микроорганизмов и постановке опытов по отбору биопрепаратов для защиты от саранчовых. М.: Россельхозакадемия, 1993. С. 5-11.
- Кнор И.Б., Бахвалов С.А., Наумова Е.Н. Популяционная динамика лугового мотылька и проблемы её прогнозирования // Сб. научн. тр.: Регуляция численности беспозвоночных и фитопатогенов. Новосибирск, 1997. С. 7-19.

Макарова Л.А., Доронина Г.М. Синоптический метод прогноза дальних миграций вредных насекомых. СПб: Гидрометеиздат, 1994. 199 с.

Макарова Л.А., Доронина Г.М. Агроклиматическая оценка условий развития лугового мотылька // Методы прогноза и развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1978. С. 24-33.

Малыш, Ю.М., Токарев Ю.С., Митрофанов В.Б., Исси И.В., Фролов А.Н. Заражённость микроспоридиями имаго лугового мотылька *Pyrausta sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) в Краснодарском крае в 2003-2005 гг. // Паразитология. Т. 40. Вып. 4., (в печати).

Мельниченко А.Н. Распространение лугового мотылька (*Loxostege sticticalis* L.) в Западной области и местные очаги его размножения // Луговой мотылек. Сб. ст. Л.: ВИЗР, 1934. 72 с.

Митрофанов В.Б. Роль микроорганизмов в динамике численности лугового мотылька и использование микробиологических препаратов для борьбы с ним // Эколого-физиологические предпосылки современной системы борьбы с луговым мотыльком. Л.: ВИЗР, 1980. С. 94-98.

Митрофанов В.Б., Симонова А.С., Смирнов О.В. Методические указания по изучению и диагностике вириозов насекомых. Л.: ВИЗР, 1985. 20 с.

Поляков И.Я. Эколого-физиологические предпосылки современной системы борьбы с луговым мотыльком // Эколого-физиологические предпосылки современной системы борьбы с луговым мотыльком. Л.: ВИЗР, 1980. С. 3-11.

Поляков И.Я., Хомякова В.О. Методические указания по выявлению, учёту, прогнозу численности лугового мотылька и борьбе с ним. М., 1976. 34 с.

Поляков И.Я., Макарова Л.А. Причины перелетов лугового мотылька // Защ. раст., 1976. № 11. С. 43-44.

Токарев Ю.С. Иммуные реакции гемолимфы прямокрылых насекомых при микроспориidioзе. Дисс. на соискание уч. ст. к.б.н. СПб.: ВИЗР, 2003. 169 с.

Токарев Ю.С., Владимиров К.В., Аль-Шехадат Р.И. Применение флюоресцентной микроскопии для диагностики энтомопатогенных протистов. РЭТ-Инфо, 2004. № 49. С. 54.

Филатова Т.Н. Луговой мотылек в Карагандинской области // Защ. раст., 1935. №4. С. 111-120.

Фролов А.Н., Кузнецова Т.Л., Малыш Ю.М., Смирнова М.П., Луговой мотылек. Что показал анализ ситуации // Защ. и карантин раст., 2005, №5. С. 37-40.

Шевченко А.В., Середин А.М. Система земледелия и землеустройства рисосовхоза «Сладковский» Славянского района Краснодарского края. 1984, 190 с.

Шуровенков Ю.Б., Алехин В.Т. Рекомендации по выявлению, учёту численности, прогнозу и мерам борьбы с луговым мотыльком. Воронеж, 1982. 44 с.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин

Поступила 20 IV 2006.

SUMMARY

Population dynamics of the beet webworm, *Pyrausta sticticalis* L., was studied in 2003-2005 at the Krasnodar Territory (Slavyansk-on-Kuban District) during the period of low population density of the pest. It

was shown that adults possessed high death rate and low fecundity, while larvae demonstrated low hatchability and high mortality during their rearing in laboratory. Life table analysis revealed that observed adult number was unable to be supported through generations without steady inflow of immigrants. Low viability of the local population studied can be directly related with mass infection by pathogenic microorganisms, in particular viruses Baculovirus — *Polyhedrosis* gr., *Granulosis* gr., and microsporidia, *Nosema sticticalis* and *Microsporidium* sp. Weather was unfavourable for reproduction of adults and may also reinforce population decline of the pest. Models of the forecast of beet webworm density dynamic including female fertility and progeny viability changes and especially level of infection with microsporidia provide higher reliability as compared to models based upon only hydrotermic indices.