

УДК
доктор биол. наук **А.Н. Фролов**
канд. биол. наук **Т.Л. Кузнецова**
аспирант **Ю.М.Мальш**
канд. биол. наук **В.Б.Митрофанов**
доктор биол. наук **И.В.Исси**

ЦИКЛИЧНОСТЬ МАССОВЫХ РАЗМНОЖЕНИЙ ЛУГОВОГО МОТЫЛЬКА

Луговой мотылёк — широкий полифаг, повреждающий около 200 видов растений из 40 семейств, в том числе 30 видов сельскохозяйственных культур [1]. Чаще всего он вредит в степных районах европейской и азиатской частей России от 45° до 55° с.ш.: Центрально-Чернозёмном, Поволжском, Северо-Кавказском, Уральском, Западно-и Восточно-Сибирском регионах. Для лугового мотылька характерны периодические вспышки массового размножения, разделённые более или менее длительными периодами депрессий [2-4]. Именно во время этих вспышек луговой мотылёк наносит серьёзный ущерб сельскохозяйственным культурам.

Среди механизмов, способных вызывать периодические массовые размножения лугового мотылька, в литературе рассматривались гидротермические факторы, действующие в критические периоды жизненного цикла фитофага, ландшафтные изменения, биоценотические или генетические механизмы, цикличность солнечной активности. Как бы то ни было, до сих пор не удалось предложить методологически корректного объяснения феномена цикличности, и соответственно, надёжного алгоритма прогнозирования вспышек массового размножения вредителя [5]. Глобальные колебания численности на обширных территориях наводят на логичную мысль о возможной связи размножений лугового мотылька с циклами солнечной активности, хотя в литературе приводятся также соображения против этой точки зрения. Так, ещё Е.В. Зверозомб-Зубовский [2], проанализировав ситуацию за период с 1850 по 1931 гг., пришел к заключению об асинхронности вспышек размножения лугового мотылька в пределах ареала и о непостоянстве интервалов между вспышками размножения на отдельных территориях. В частности, за указанный период в Воронежской области зарегистрировано 4 вспышки, в Рязанской, Тамбовской, Нижегородской, Астраханской и ряде других областей было отмечено по 3 вспышки массового размножения (с разными интервалами по годам). В Саратовской, Курской, Московской, Смоленской и во многих других областях отмечено всего лишь по 2 вспышки массового размножения.

Эти и аналогичные им соображения по другим энтомологическим объектам рассматриваются в качестве веского аргумента против универсальности концепции детерминации цикличности массовых размножений насекомых солнечной активностью.

При проведении анализа зависимости между солнечной активностью и массовыми размножениями лугового мотылька использовали материалы Jan Alvestad (<http://www.dxlc.com/solar/>), представляющие собой обработанные исходные данные Sunspot Index Data Center (Брюссель, Бельгия) (<http://sidc.oma.be/html/sunspot.html>). На рисунке 1 представлены 23 наблюдавшихся цикла солнечной активности, последний из которых реализуется в настоящее время. Линии на рисунке характеризуют фактические и сглаженные среднемесячные значения числа солнечных пятен по Вольфу (по оси ординат отложено число солнечных пятен, по оси абсцисс — время). Достоверно документированная информация о массовых размножениях лугового мотылька на территории России ведется с середины 19 века (солнечные циклы 9-23). На рисунке черными прямоугольниками обозначены периоды, когда были зарегистрированы масштабные вспышки размножения этого вредителя, по крайней мере, в одном из крупных регионов страны. Из приведенных материалов видно, что луговой мотылек оказался способен достигать высокой численности в периоды понижения солнечной активности, т.е. завершения старого и начала нового солнечного цикла. Кроме того, продолжительность вспышки массового размножения отрицательно коррелирует с интенсивностью солнечной активности в предшествующем вспышке цикле. Так, в советский период наиболее масштабными были массовые размножения лугового мотылька в 30-х годах и в 1972-1978 гг. И в том, и в другом случае вспышки размножения вредителя происходили на фоне завершения циклов, характеризующихся низкой солнечной активностью.

Очередное нарастание численности фитофага началось с 1998 г. и в 2000-2001 гг. произошел значительный подъем его численности, например, в отдельных областях Европейской части России до 50 и более раз. Однако уже со второй половины 2001 г. наметилась тенденция к снижению численности, а в 2002 г. спад размножения стал реальностью, о чем свидетельствуют материалы, приведенные на рисунке 2. Состояние популяций лугового мотылька описывали суммой баллов, характеризующих площадь, заселенную вредителем, среднюю и максимальную численности гусениц, интенсивность лёта имаго и особенности стационального распределения насекомых [6]. Исходная информация о развитии лугового мотылька была предоставлена Фитосанитарным Центром Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ.

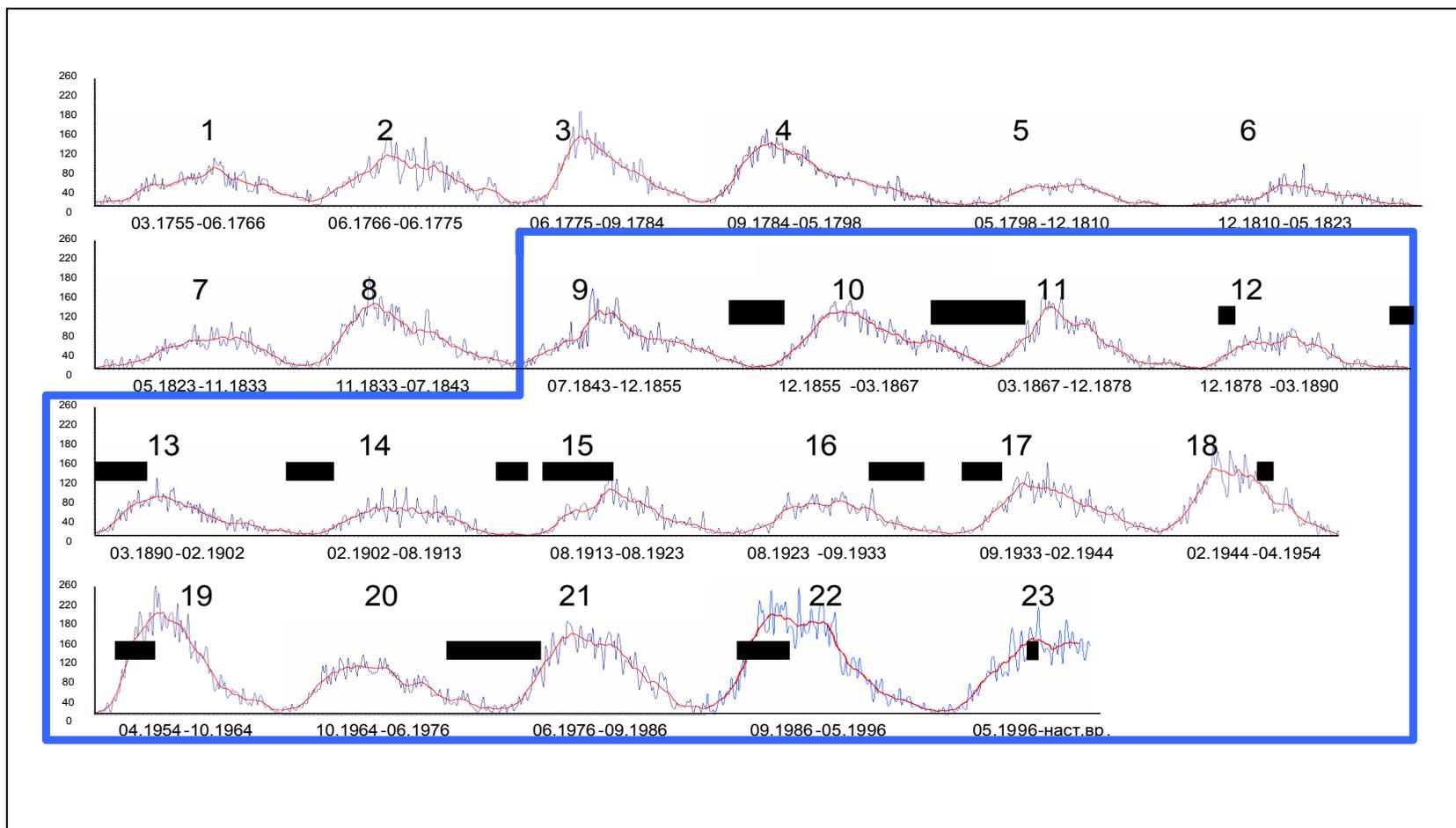


Рис. 1. Солнечная активность и массовые размножения лугового мотылька в России. Пояснения см. в тексте.

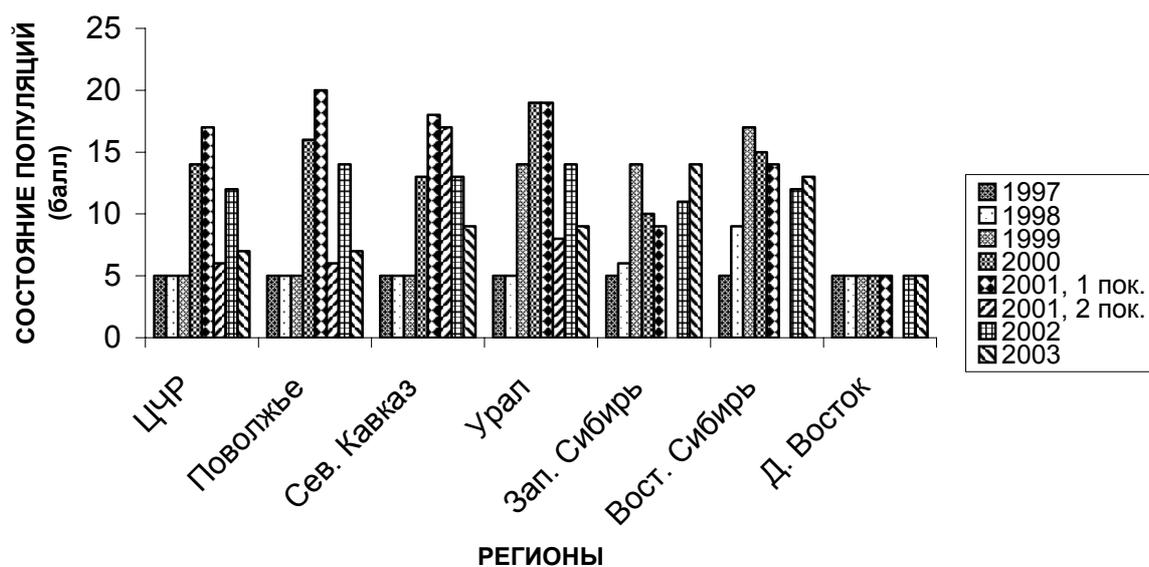


Рис. 2. Динамика состояния популяций лугового мотылька по регионам России в 1997-2003 гг.

Краснодарский край входит в зону резерваций лугового мотылька, где этот вид постоянно встречается [5]. В 2003 г. проводили стационарные наблюдения за плотностью вредителя на территории бывшего рисоводческого совхоза «Ачуевский» (плавневая зона Краснодарского края) на четырех участках различающихся составом почв, увлажнением и растительным покровом. Первый участок (140 га) был расположен на берегу Азовского моря, второй (100 га) протянулся вдоль берега р. Протоки, третий (140 га) — с одной стороны был ограничен плавней, а с другой — дорогой. Четвёртый участок (2.5 га) представлял собой брошенный рисовый чек. Хотя при проведении почвенных раскопок зимующих гусениц или куколок лугового мотылька обнаружить не удалось, был отмечен лёт бабочек трёх поколений: перезимовавшего, первого и второго. Наибольшая плотность имаго наблюдалась во время третьей волны лёта (второго поколения) (рис. 3). Средняя потенциальная плодовитость имаго по поколениям практически не менялась (160-170 яиц на самку), однако количество отложенных яиц заметно уменьшалось в ряду поколений, составив, соответственно, 37, 16 и 4 яйца в среднем на самку. Кроме того, снижался уровень отрождаемости гусениц из яиц: 46, 31 и 4%. На обследованной территории за весь период лёта имаго не было найдено ни одного яйца, гусеницы или куколки.

В лабораторных условиях гусеницы первого поколения довольно успешно росли и развивались, питаясь срезанными растениями люцерны и полыни. Когда же в конце мая около 200 гусениц II-IV возрастов высадили на участок площадью 2 м² экспериментального посева люцерны, то уже на четвёртый день ни одной питающейся гусеницы обнаружить не удалось (в первые три дня наблюдали питание от 3 до 4 гусениц). 15 июня провели почвенные раскопки, но ни одного кокона на заселенном участке найдено не было. 8 июня провели заселение 10 участков (каждый размером 1/16 м²) посева лю-

церны гусеницами I возраста с плотностью 10 особей/участок и 10 участков того же размера — яйцами из расчета по 20 штук/участок. Спустя два дня был проведен учёт насекомых, но ни одной живой гусеницы обнаружить не удалось. 15 июня на участке экспериментального посева люцерны площадью 1 м² высадили 150 гусениц III возраста. Уже на следующий день ни одной питающейся особи выявлено не было.

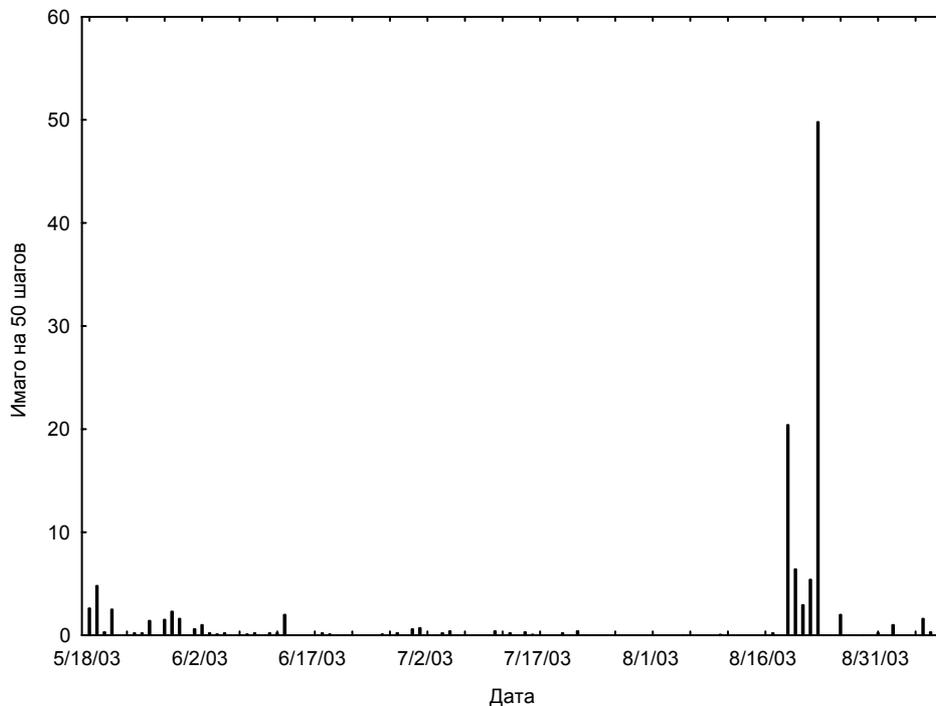


Рис. 3. Динамика плотности вспугнутых имаго лугового мотылька на территории бывшего совхоза «Ачуевский»

30 июня в садок из капроновой сетки (размерами 0.6×0.5×1.0 м³), установленный на экспериментальном участке люцерны, выпустили 23 бабочки лугового мотылька второй волны лёта (первого поколения). 1 июля в садке осталось в живых лишь 3 самца. В тот же день еще 8 самок и 18 самцов были выпущены в тот же садок, но через два дня в живых остался всего один самец. 7 июля в садок поместили 4 самок и 3 самцов. Хотя к 11 июля в живых оставалось еще 5 особей, ни одного отложенного яйца так обнаружить и не удалось.

Бабочек третьей волны лёта (второго поколения) размещали в двух садках. 20 августа в садок №1 выпустили 28 самцов и 13 самок, а 23 августа в садок №2 — 11 самцов и 11 самок. К 26 августа в садке №1 осталось 9 бабочек, а в садке №2 — 8. К 1 сентября в садке №1 в живых осталось 3 самца и 1 самка, а на люцерне были обнаружены две гусеницы лугового мотылька I-II возраста. К этому времени в садке №2 в живых остались 2 самки и 1 самец, причем на верхней части сетки было отложено 48 яиц (на растениях отложенных яиц не было). В результате осмотра растений, проведенного 5 сентября, ни одной живой гусеницы так и не обнаружили. Ни одного кокона не было найдено и при почвенных раскопках, проведенных 20 сентября.

Таким образом, представленные материалы свидетельствуют о сниженной жизнеспособности лугового мотылька (высокой смертности гусениц и низкой плодовитости самок), которую логично увязать с переходом вредителя в состояние депрессии.

Микроскопический анализ сухих имаго (табл. 1) и погибших при лабораторном воспитании гусениц обнаружил их поражение энтомопатогенными микроорганизмами (табл. 2).

Таблица 1. Анализ заражённости энтомопатогенными микроорганизмами имаго лугового мотылька

Поколение	Количество особей в анализе	Обнаружено инфицированных, %			
		микроспоридией <i>Nosema sticticalis</i>	бактериями	грибами	вирусами
Перезимовавшее	71	16.9	9.9	4.2	0.0
Первое	27	25.9	22.2	11.1	0.0
Второе	115	18.3	11.3	4.3	0.0

Таблица 2. Анализ погибших в процессе лабораторного воспитания гусениц лугового мотылька на их инфицированность патогенными микроорганизмами

Количество особей в анализе	Обнаружено инфицированных, %			
	микроспоридией <i>Nosema sticticalis</i>	бактериями	грибами	вирусами
13	23.1	38.5	15.4	15.4

Среди энтомопатогенных микроорганизмов чаще всего встречалась микроспоридия *Nosema sticticalis* (табл. 1, рис. 4), ранее обнаруженная в имаго с Северного Кавказа, Башкирии и Молдавии в 1975-1977 гг. [7]. Примечательно, что имаго, погибшие в течение 2-3 дней с момента поимки в природе (несмотря на полное обеспечение питьевой водой и сахарным сиропом), были на 100% заражены *N. sticticalis*. Поскольку сухой материал не позволяет с высокой степенью надежности выявлять наличие инфицированности под световым микроскопом, полученные материалы свидетельствуют об очень высоком уровне заражения насекомых болезнями, особенно нозематозом.

Известно, что микроспоридии подавляют защитные реакции, снижают активность ряда ферментов и вызывают гормональный дисбаланс хозяина, так что в результате развития микроспоридиоза снижается репродуктивный потенциал популяции, нарушается норма фотопериодической реакции, возникают нарушения процессов метаморфоза, снижается резистентность к биотическим и абиотическим факторам [8].

Таким образом, у нас есть определенные основания предполагать, что *Nosema sticticalis* может иметь существенное значение в поддержании низкой численности лугового мотылька в период депрессий. Кроме того, полученные материалы позволяют выдвинуть гипотезу, объясняющую влияние цикличности солнечной активности на возникновение вспышек размножения лугового мотылька индукцией периодических микробных инфекций. Еще в 30-

е годы прошлого столетия было показано, что солнечная активность оказывает серьезное влияние на развитие эпидемий многих опасных заболеваний человека [9]. Косвенным соображением в пользу высказанной гипотезы является тот факт, что связь с солнечными циклами динамики численности лугового мотылька прослеживается только в масштабе страны в целом, тогда как поведение численности вредителя в масштабе отдельных регионов, а тем более локальных популяций может проявляться специфично.

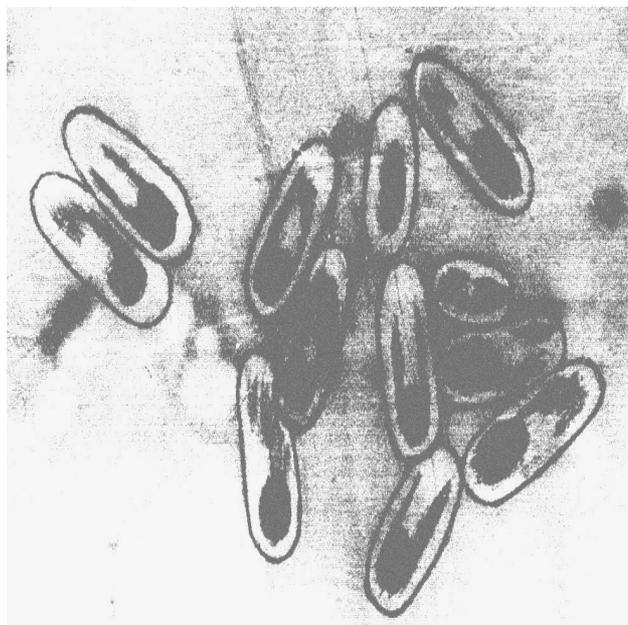


Рис. 4. Споры микроспоридии *Nosema sticticalis*, выделенные из имаго лугового мотылька ($\times 1450$)

Работа выполнялась в рамках программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений "Фитосанитарная устойчивость агроэкосистем", грантам РФФИ № 97-04-48015, 00-04-48010, 03-04-49269 и ФЦП "Интеграция науки и высшего образования России" № Э 0052.

Литература

1. **Трибель С.А.** Луговой мотылек. М.: Агропромиздат, 1989. 64 с.
2. **Зверозомб-Зубовский Е.В.** Цикличность вредоносности лугового мотылька *Loxostege sticticalis* L. Луговой мотылек в 1929-1930 гг. / Под ред. Е.В.Зверозомб-Зубовского. Кн. 1. Киев: У. Н. И. С. Союзсахара, 1931. С. 3-8.
3. **Кнор И.Б.** К проблеме массовых размножений лугового мотылька в Сибири // Тр. ВЭО. 1986. Т. 68. С. 162-165.
4. **Поляков И.Я., Доронина Г.М., Макарова Л.А.** О размножении лугового мотылька // Защита растений. 1989. № 5. С. 29-31.
5. **Алехин В.Т.** Луговой мотылек // Защита и карантин растений. 2002. № 6. С. 50-71.

6. **Кузнецова Т.Л., Смирнова М.П.** Методы мониторинга лугового мотылька. - В кн.: Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов. М.-СПб: РАСХН, 2002. С. 18-27.

7. **Исси И.В., Симчук П.М., Радищева Д.Ф.** Микроспоридиоз лугового мотылька *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyralidae) // Бюлл. ВИЗР. 1980. №48. С. 3-6.

8. **Исси И.В., Соколова Ю.Я.** Энтомопатогенные простейшие и особенности патогенеза протозойных заболеваний насекомых. – В кн.: Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты / Под ред. В.В. Глупова. М.: «Круглый год», 2001. С. 76-182.

9. **Чижевский А.Л.** Земное эхо солнечных бурь. - М.: «Мысль», 1976. изд. 2-е, 367 с.

Реферат к статье

доктор биол. наук **А.Н. Фролов**
канд. биол. наук **Т.Л. Кузнецова**
аспирант **Ю.М. Малыш**
канд. биол. наук **В.Б. Митрофанов**
доктор биол. наук **И.В. Исси**

ЦИКЛИЧНОСТЬ МАССОВЫХ РАЗМНОЖЕНИЙ ЛУГОВОГО МОТЫЛЬКА

Представлены материалы, свидетельствующие о связи периодичности вспышек массового размножения лугового мотылька с цикличностью солнечной активности. На примере краснодарской популяции вредителя показано снижение жизнеспособности насекомых (высокой смертности гусениц и низкой плодовитости самок), а также установлен факт их высокой зараженности энтомопатогенными микроорганизмами, в первую очередь микроспоридией *Nosema sticticalis*, в период перехода вредителя в состояние депрессии. Высказывается предположение, что цикличность массовых размножений лугового мотылька может быть вызвана периодическими микробными инфекциями, стимулированными изменением уровня солнечной активности.