

**АНАЛИЗ АУТ- И СИНЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
БИОЦЕНОТИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА КОЛОРАДСКОГО
ЖУКА (*Leptinotarsa decemlineata* Say) В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА**

С.В. Усов, В.Ф. Фирсов

ФГОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск

Рецензент А.Н. Квочкин

Ключевые слова и фразы: абиотические факторы; адаптация; ареал; биотический потенциал; вредоносность; движущий отбор; диапауза; резистентность; экологическая валентность.

Аннотация: Рассмотрены вопросы аут- и синэкологической устойчивости колорадского жука в агроэкологических условиях Центрально-Черноземного региона. Проведена оценка биотического потенциала колорадского жука, проанализированы причины популяционной устойчивости вредителя при воздействии агрессивных абиотических и антропогенных факторов наземно-воздушной среды. Дан анализ причин формирования феномена резистентности колорадского жука к инсектицидам.

Колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) впервые был описан Томасом Сейем в 1824 году и, благодаря высокой экологической пластичности, популяционной изменчивости, детерминированных биоэкологическими особенностями, достиг исключительного биоценотического прогресса, выразившегося в формировании обширного видового ареала, стабилизация которого еще не наступила. К 1980 году ареал колорадского жука в СССР занимал более 6 млн га, а общий видовой ареал вредителя превысил 12 млн га. На современном этапе ареал вредителя в Российской Федерации окончательно не сформировался [1].

Массовое заселение колорадским жуком агроценозов Центрально-Черноземного региона (**ЦЧР**) произошло в 1960–1970 гг., и данное насекомое, несмотря на все принятые меры, из карантинного объекта превра-

Усов С.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель кафедры «Агроэкология и защита растений» МичГАУ; Фирсов В.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агроэкология и защита растений» МичГАУ, г. Мичуринск.

тилось в опасного стереотипного для данной зоны вредителя. Так, из 5 областей, входящих в Центрально-Черноземный регион, 4 области – Тамбовская, Белгородская, Курская и Воронежская – входят в третью, наиболее вредоносную зону российского ареала колорадского жука [2]. В данной зоне численность популяций вредителя ежегодно превышает экономический порог вредоносности, а потери урожая картофеля при преждевременном уничтожении надземной части растений колорадским жуком достигают 50–70 % и даже 100 %.

Для выявления эффективных мероприятий по защите растений картофеля необходимо установить факторы ауто- и синэкологической устойчивости колорадского жука, которые обеспечивают гомеостаз популяций вредителя, и, как следствие, его высокую вредоносность для растений картофеля.

На одном из первых мест, обеспечивающих высокую численность колорадского жука в агроценозах картофеля, стоит его высокий биотический потенциал. Отметим, что в условиях ЦЧР вредитель развивается в двух, а иногда и трех поколениях, а за вегетационный период одна самка может отложить от 500...800 до 4000 яиц. Примерный расчет биотического потенциала перезимовавшей самки колорадского жука в условиях Тамбовской области, при учете численного равенства полов в ее потомстве и среднем количестве откладываемых яиц – 650 штук.

Как видно из рис. 1, биотический потенциал колорадского жука огромен. Конечно, с учетом эмбриональной, ювенильной и иматурной смертности, а также и половой структуры популяции, данный показатель фактически существенно ниже, но все равно остается достаточно высоким.

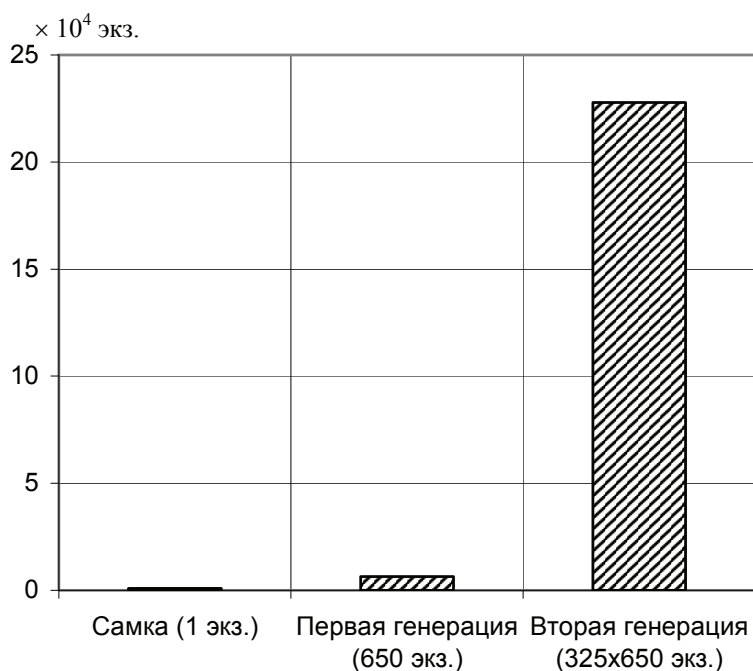


Рис. 1. Биотический потенциал одной особи колорадского жука в условиях ЦЧР

Другой важнейшей особенностью колорадского жука, обеспечивающей его сохранение и процветание в агроценозах картофеля Центрально-Черноземного региона, является особенность диапаузы и глубина залегания особей вредителя в почве в критический для него период с отрицательными температурами наземно-воздушной среды. Большинство особей вредителя залегает в почве на глубине от 10 до 60 см, однако часть залегает до 1...1,2 метра [2–5]. При этом, диапаузирующие имаго способны благополучно переносить переохлаждение до $-3...-5$ °С, а нижним диапазоном температур, которые способен вынести колорадский жук, являются температуры на уровне $-9...-11$ °С. Причем, на глубине залегания значительной части зимующих насекомых отмечались, главным образом, положительные температуры (рис. 2).

Как видно из данных приведенных на рис. 2, с 3 декады ноября по 1 декаду марта за период с 1999 по 2007 гг. только в 4 декадах отмечено промерзание почвы глубже 50 см, причем промерзание более 60 см отмечено только один раз в 2004 году и достигало 65 см. А промерзание почвы за анализируемые 9 лет глубже 40 см отмечалось в 14 декадах данного периода. Критическими для насекомого, находящегося в диапаузе, являются температуры на уровне $-9...-11$ °С, которые если и формируются, то только в верхней части слоя промерзания почвы. Таким образом, формирующийся снежный покров, буферность почвы и сам характер зимних температур наземно-воздушной среды вызывают неглубокое промерзание почвы, что обеспечивает низкую гибель зимующих насекомых.

Наряду с зимней диапаузой, для преодоления различных неблагоприятных воздействий наземно-воздушной среды важную роль играют и другие типы физиологического покоя. Прежде всего, это зимняя спячка жуков, которая сменяет зимнюю диапаузу, при условии наступления холодного весеннего периода, и обеспечивает поддержание особями низкого уровня обмена веществ и реализацию холодозащитных реакций. Третьим типом физиологического покоя является летний сон, который типичен для половины всех перезимовавших особей, и длится он от 1 до 10 дней. Четвертый тип физиологического покоя – летняя диапауза, которая длится от 11 до 36 дней в наиболее жаркий период лета. Летняя диапауза характерна

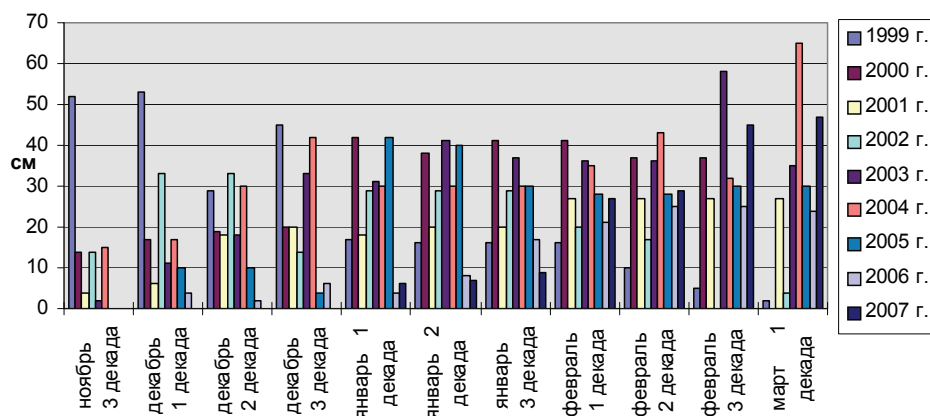


Рис. 2. Глубина промерзания почвы в 1999–2007 гг.

для части перезимовавших жуков [6]. Для части однажды зимовавших имаго характерна повторная зимняя диапауза, наступление которой происходит в конце лета – начале осени. Иногда у небольшой части популяции (5...7 %) наступает многолетняя мегапауза, длящаяся без перерыва 2–4 года.

Наличие части имаго, находящихся в диапаузе, создает определенное количество особей популяции, не подвергающихся единовременному прямому воздействию агрессивных факторов наземно-воздушной среды, в том числе инсектицидов, и приводит к формированию запаса особей, способных практически в любое время вегетационного периода выйти из диапаузы и возобновить репродуктивную активность. При этом многократно увеличивается вероятность избегания действия неблагоприятных факторов среды и возможность единовременной гибели всех насекомых популяции. Следует отметить и растянутый выход имаго из гибернации (с мая по август), который также способствует уходу части особей популяции от действия неблагоприятных факторов, например, раннелетнего опрыскивания инсектицидами.

Важную роль для успешной реализации биотического потенциала насекомого в условиях агроэкосистемы картофельного поля играет специфика температурного фона наземно-воздушной среды, складывающаяся в период, когда большинство особей популяции активно и подвергается прямому действию факторов наземно-воздушной среды. Известно, что оптимальным интервалом для протекания эмбриогенеза колорадского жука являются температуры 22...25 °С, а нормальное протекание данной стадии развития происходит при диапазоне температур от 17 до 33 °С. Температурным оптимумом для развития личинок колорадского жука является температура наземно-воздушной среды на уровне 23...28 °С, а верхним температурным пределом нормальной жизнедеятельности личиночной стадии является 37...38 °С. Причем, при температуре воздуха 46...48 °С наступает тепловое оцепенение всех питающихся стадий, а при более высоких температурах наступает элиминация особей [2].

Температурный фон наземно-воздушной среды в июне–августе в 2000–2006 гг. не только координально не ограничивал развитие колорадского жука, но и почти всегда благоприятствовал интенсивному прохождению стадий развития, а, соответственно, и интенсивному питанию картофеля. Причем, если высокие температуры – более 26...28 °С, зачастую отмечающиеся в дневные часы летом, уже крайне негативно влияют на ассимиляционные процессы в тканях картофеля, то для питающихся стадий колорадского жука они входят в диапазон температурного оптимума. А, как уже отмечалось выше, угнетение физиологических функций у личинок колорадского жука наступает только при длительном повышении температуры среды до 37...38 °С. На рис. 3 приведен ход максимальных температур в период с 3 декады мая по 3 декаду августа включительно (данные Мичуринской метеорологической станции).

Таким образом, как видно из данных, приведенных на рис. 3, дневные температуры наземно-воздушной среды, складывающиеся в вегетационные периоды 2000–2006 гг., благоприятны для протекания эмбриогенеза,

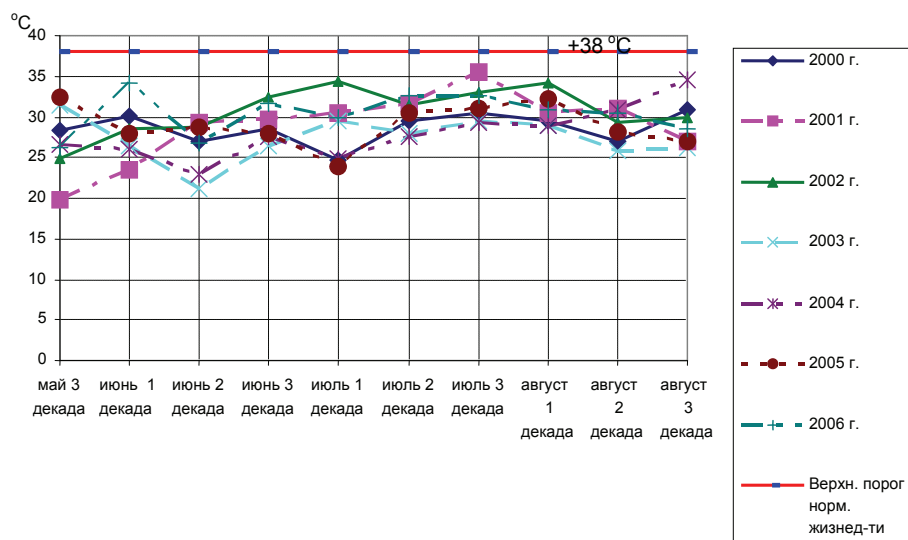


Рис. 3. Динамика максимальных температур наземно-воздушной среды с 3 декады мая по 3 декаду августа (2000–2006 гг.)

личиночных и имагинальных стадий развития насекомого и благодаря своей специфике, интенсифицируют прохождение всех стадий метаморфоза у рассматриваемого пойкилотермного организма.

Нижним порогом развития всех стадий колорадского жука является 11,5 °С. Заметим, что данный температурный порог не является элиминирующим для стадий насекомого, а длительное опускание температуры ниже указанного значения приводит к определенному замедлению биохимических и физиологических реакций организма. Наиболее чувствительны к указанному понижению температуры эмбриональная и личиночная стадии развития вредителя. Характер среднесуточных температур с третьей декады мая по третью декаду августа включительно в 2000–2006 гг. на примере Мичуринского района представлен на рис. 4.

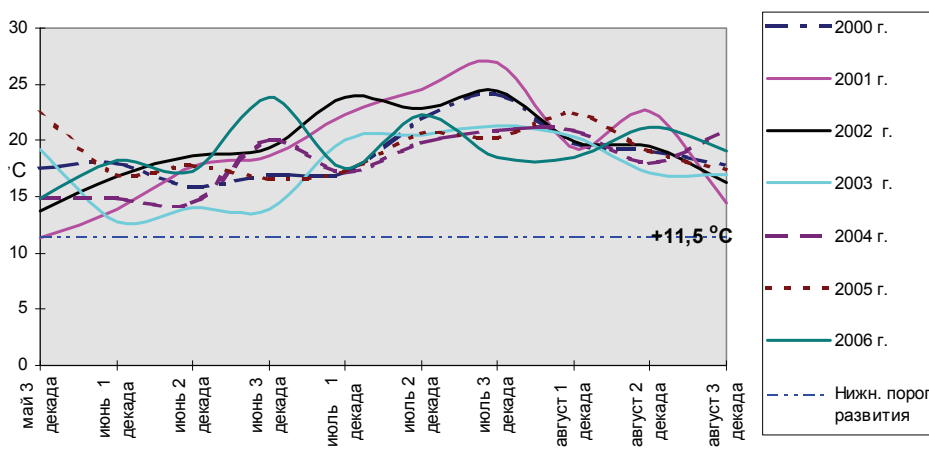


Рис. 4. Показатели среднесуточных температур наземно-воздушной среды с 3 декады мая по 3 декаду августа (2000–2006 гг.)

Таким образом, снижение среднесуточных температур (в среднем за декаду) ниже температурного порога развития колорадского жука (11,5 °С) в рассматриваемые части вегетационных периодов не отмечалось. Причем, даже при среднесуточной температуре немного ниже температурного порога развития вредителя, с учетом суточной динамики температур, температура в дневные часы зачастую выше среднесуточного показателя и, обычно, даже в этом случае возможно замедленное протекание биохимических и физиологических процессов в организме насекомого.

Важнейшим синэкологическим аспектом, обеспечивающим высокую приспособляемость вредителя к неблагоприятным факторам среды, является интенсивное протекание движущего отбора, чему способствует высокая плотность популяции вредителя. Высокий биотический потенциал вида позволяет быстро увеличивать численность популяции, обеспечивать генетическую неоднородность особей, которая детерминирует биохимическую, физиологическую и этологическую разнокачественность членов популяции. Данный феномен способствует как адаптации к абиотическим факторам среды, например, температурам, так и к антропогенным, например, инсектицидам.

Генетическая изменчивость и связанная с ней биохимическая и физиологическая неоднородность, как уже отмечалось выше, вследствие движущего отбора, обеспечивают формирование устойчивых к инсектицидам популяций с высокими уровнями резистентности к многим инсектицидам, например, к децису, суми-альфа, бульдоку, ци-пи, фьюри, фастаку и другим препаратам как пиретроидам, так и к хлор- и фосфорорганическим соединениям и препаратам из других групп [6 – 8]. Так, в Тамбовской области нами отмечен высокий уровень резистентности колорадского жука к пиретроидам. Причем, если в 1990–1995 гг. данная группа препаратов повсеместно применялась и показывала высокую биологическую эффективность в условиях Центрально-Черноземного региона, то уже к 1999–2000 гг. можно говорить о сформировавшейся резистентности вредителя к пиретроидам.

В частности, в наших опытах, биологическая эффективность пиретроида дельтацида 0,125 % К (1 К по 30 г/10 л) в 2001–2004 годах на личинках насекомого в фазу «бутонизация – цветение» снизилась с 89,1... 98,9 % до 57,4...61,5 %, а у пиретроида циткор 25 % КЭ, (0,16 л/га) за указанный период варьировала на личинках от 6,25 до 48,02 % (рис. 5).

В то же время, как видно из рис. 5, полученные на основе актиномицетов биоинсектициды фитоверм 0,2 %, КЭ (0,3 л/га) и акарин, 0,2 %, КЭ (1 л/га) обеспечивали биологическую эффективность на личинках колорадского жука в фазу «бутонизация – цветение» от 93,1 до 100 %. Следует отметить, что для профилактики и реверсии резистентности колорадского жука к инсектицидам необходимо как соблюдение регламента их применения, так и обязательное чередование высокоэффективных препаратов различных групп и классов. Высокую биологическую эффективность при применении против колорадского жука в условиях Центрально-Черноземного региона проявляют биологические инсектициды: акарин и фитоверм, а также и химические препараты: банкол, актеллик, маршал, моспилан, матч и конфидор.

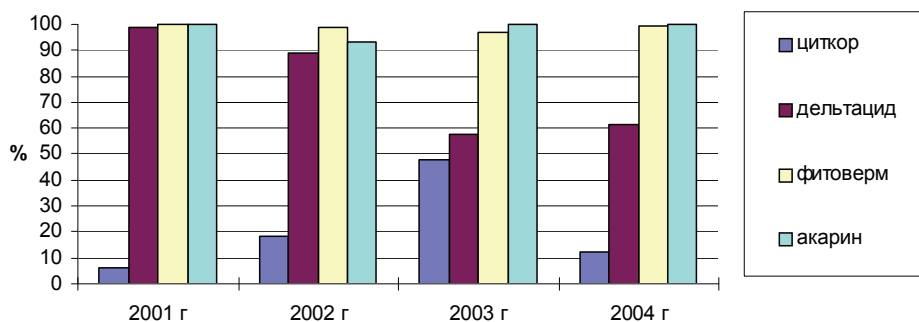


Рис. 5. Биологическая эффективность авермектинов и пиретроидов при их применении против личинок колорадского жука в фазу «бутонизация – цветение» (2001–2004 гг.)

Таким образом, высокий биотический потенциал колорадского жука, многообразие модификаций состояния физиологического покоя, высокая выживаемость зимующих жуков, детерминируемая глубиной их залегания в почве, сопряженность цикла развития вредителя и развития растений картофеля, быстрое протекание эмбриональной и личиночной стадии развития вредителя, низкая численность естественных врагов, большое генетическое и физиологическое разнообразие колорадского жука и связанная с этим быстрая синэкологическая адаптация насекомого к изменяющимся факторам среды, в том числе и к применяемым инсектицидам, благоприятный температурный фон наземно-воздушной среды в период развития насекомого в условиях Центрально-Черноземного региона обеспечивают стереотипно высокую резистентность и численность популяций вредителя.

Список литературы

1. Васютин, А.С. Динамика распространения колорадского жука: состояние и перспективы борьбы с ним / А.С. Васютин, А.И. Сметник, Я.Б. Мордкович // Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. – М. : Наука, 2000. – 224 с.
2. Миндер, И.Ф. Экология колорадского жука – основные параметры реакций на абиотические факторы внешней среды / И.Ф. Миндер // Колорадский картофельный жук. Филогения, морфология, физиология, экология, адаптация, естественные враги / под ред. Р.С. Ушатинской. – М. : Наука, 1981. – С. 72–97.
3. Защита растений от вредителей и болезней / И.В. Горбачев [и др.]. – М. : Наука, 2002. – 299 с.
4. Зейрук, В.Н. Колорадский жук / В.Н. Зейрук // Защита и карантин растений. – 2001. – №5. – С. 47.
5. Еланский, С.Н. Колорадский жук / С.Н. Еланский, М.А. Кузнецова, Г.К. Журомский // Картофелевод. – 2005. – № 3. – С. 13–14.
6. Глез, В.М. Колорадский жук / В.М. Глез, В.И. Черкашин // Защита и карантин растений. – 2002. – №5. – С. 65–92.

7. Павлюшин, В.А. Проблемы биологической защиты растений от колорадского жука / В.А. Павлюшин // Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. – М. : Наука, 2000. – С. 45–48.

8. Усов, С.В. Экологизация защиты картофеля от колорадского жука и пути преодоления популяционной резистентности вредителя / С.В. Усов, В.Ф. Фирсов // Вестник Мичур. гос. аграр. ун-та. – 2006. – Т. 3. – 15 с.

Analysis of Outecological and Sinecological Factors of Biocoenosis Progress of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Conditions of Central Black-Earth Zone

S.V. Usov, V.F. Firsov

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk

Key words and phrases: potato beetle; areal; harmfulness, biotic potential; adaptation; diapause; abiotic factors; ecological valence; driving selection; resistance.

Abstract: Matters of outecological and sinecological resistance of potato beetle in agroecological conditions of Central Black – Earth Zone are considered. The assessment of a biotic potential of the potato beetle is made, the causes of population resistance of the pest under the influence of aggressive abiotic and anthropogenous factors of the ground-air medium are analyzed. Analysis of the causes of formation of a phenomenon of the potato beetle resistance to insecticides is given.

© С.В. Усов, В.Ф. Фирсов, 2007