

ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ПОПУЛЯЦИИ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA) БИОЦЕНОЗОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

А.М. Сумароков

Синельниковская селекционно-опытная станция
Институт зернового хозяйства УААН

Интенсивная антропогенная деятельность приводит к коренным преобразованиям экосистем – созданию вторичных биоценозов - агроценозов, других антропогенных ландшафтов. Их существование обеспечивает постоянное поступление в биоценозы токсичных химических загрязнителей, что приводит к нарушению как абиотической среды экосистемы, так и к непосредственному воздействию на биотическую часть. К последнему типу воздействия относится загрязнение пестицидами.

На основе анализа литературных данных о действии пестицидов как на вторичные, так и на естественные природные биоценозы, можно сделать вывод, что серьезные нарушения, вызывающие перестройку и значительные преобразования сообществ организмов, происходят при регулярном поступлении пестицидов в течение длительного времени. В этом случае загрязнение выступает в качестве нового экологического фактора. В результате наблюдается значительное обеднение сообщества за счет сокращения числа образующих его видов на всех трофических уровнях, происходят нарушения во всех трофических цепях. Это приводит к затруднению функционирования процессов саморегуляции, возникновению вспышек массового размножения фитофагов, причем часто со сменой доминантов в сторону скрытно живущих видов, которые раньше являлись второстепенными вредителями [Тропин, 1964; Козлов, 1987].

Основными характеристиками структуры сообщества являются показатели видового богатства (разнообразия и относительного обилия видов) [Риклефс, 1979]. Главные показатели стабильного, равновесного состояния биоценоза – это сохранение постоянного числа видов и их распределение по обилию и структуре доминирования. Нарушения вызывают сокращение числа

видов и изменения в структуре их доминирования. Многообразии ответных реакций насекомых на нарушающее воздействие пестицидов, высокая специфичность некоторых типов воздействий и наличие четкой корреляции между уровнем воздействия и степенью проявления ответной реакции у отдельных видов позволяют использовать насекомых в качестве индикатора биоценозов и, более широко, окружающей среды [Кривоуцкий, 1978; Ernst, 1980].

Согласно данным Ю.А. Израэля с соавторами (1987), мировое производство пестицидов концу восьмидесятых годов прошлого столетия достигло 5 млн. тонн в год и продолжало расти. Расширялся ассортимент и увеличивалась стоимость пестицидов. Тем не менее, годовые потери урожая например, в США, причиненные вредными членистоногими с 1904 по 1974 гг., оставались одинаковыми на уровне 11%. Эту парадоксальную ситуацию нельзя объяснить традиционными экологическими представлениями [Израэль и др., 1987].

Вместе с тем, до настоящего времени оправдывается необходимость применения в больших объемах химического метода для ограничения численности вредных видов фитофагов, как наиболее эффективного средства защиты урожая выращиваемых культур.

В связи со сложившимися экономическими трудностями в Украине, в последнее десятилетие количество применяемых пестицидов уменьшилось, согласно статистике, в 10-15 раз по сравнению с периодом их широкомасштабного использования в предыдущие годы. Во вновь создавшихся условиях нами на большом фактическом материале проанализированы изменения, произошедшие в функциональной структуре и уровне организации популяций животного населения вторичных и первичных биоце-

нозов, на примере одной из наиболее распространенных и многочисленных групп насекомых – отряда жесткокрылых или жуков (*Coleoptera*).

Место проведения и методика исследований

Работа выполнена в 1983-1989 и 1998-2004 годах согласно программам исследований ВНИИ кукурузы и Института зернового хозяйства УААН. Исследования проводились в Днепропетровской, Кировоградской, Николаевской, Херсонской и Одесской областях. Многолетние основные стационарные исследования проведены в Днепропетровской области. Учеты численности насекомых осуществлялись с помощью почвенных ловушек, почвенных раскопок, анализа подстилки, маршрутных обследований, кошения сачком по общепринятым методикам [Гиляров 1965; Скугравы, Новак, 1961; Фасулати, 1971].

Обследованию подлежали агроценозы практически всех возделываемых в регионе сельскохозяйственных культур (озимыми пшеницей и рожью, ячменя, овса, гороха, гречихи, сорго, кукурузы, подсолнечника, сои, многолетних злаковых (житняк, костер) и бобовых (эспарцет, люцерна трав), а также степные разнотравные биоценозы (балки) и полезащитные лесополосы. Нами впервые были проведены многолетние стационарные исследования одновременно во всех указанных биоценозах.

Результаты и обсуждение.

За весь период исследований было собрано и определено более 600 тысяч экземпляров жуков, относящихся к почти 1360 видам из 58 семейств. Из них более половины видов впервые указаны для условий исследуемого региона.

Наиболее устойчивыми компонентами сравниваемых экосистем, характеризующими их особенности, являются обитатели почвы и напочвенного яруса (герпетобия), которые в определенной мере служат индикаторами условий обитания.

В данных условиях наиболее приспособленные виды жуков стали доминирующими по численности во вторичных биоценозах за счет широкой экологической пластичности и приспособленности к оби-

танию в разрыхленной почве.

Согласно результатам наших исследований, основу таких фаунистических комплексов жесткокрылых, обитающих на полях, составляют именно такие аборигенные группировки, не зависящие от вида возделываемой культуры [Сумароков, 1991]. Они на протяжении всех лет исследований были относительно стабильными по численному обилию и видовому составу. Практически на всех культурах в их состав входили 93-115 видов жуков. Наиболее постоянными и массовыми обитателями полей были зоофаги из семейств *Carabidae*, *Staphylinidae*, *Histeridae* и др., а также сапрофаги из семейств *Silphidae*, *Scarabaeidae* (*Aphodius*, *Onthophagus*) и др., развитие которых практически полностью связано с почвами полей.

Результаты изменений, произошедших в агроландшафте в исследуемом регионе при снижении уровня пестицидной нагрузки, приведены в таблице 1.

Сравнительный анализ приведенных в обоих вариантах данных показал, что во втором варианте, при значительном уменьшении количества применяемых пестицидов, по сравнению с первым, при широкомасштабном применении химических препаратов, среднее число видов жуков герпетобия всех трофических групп увеличилось в 2,1 раза. При этом динамическая плотность жесткокрылых, обитающих в агроландшафте, увеличилась во втором варианте в 7,3 раза. В том числе отмечено значительное увеличение (в 8,7 раз) плотности зоофагов, а также фитофагов и сапрофагов, соответственно, в 4,8 и 3,4 раз.

Нами установлено, что заметное увеличение плотности фитофагов произошло, главным образом, за счет видов, питающихся сорной растительностью. Это дает основание считать их относительно полезными видами.

Анализ показал, что в периоды 1981-1990 и 1999-2004 гг. у озимой пшеницы средняя урожайность составила, соответственно, 41,2 и 43,5 ц/га, ярового ячменя – 31,9 и 25,6 ц/га, гороха – 24,3 и 26,0 ц/га. При этом снижение урожая ячменя было связано, главным образом, с уменьшением

количества применяемых минеральных удобрений, поскольку, сколько ни будь заметного увеличения численности фитофагов на этой культуре, нами отмечено не бы-

ло. Подобная тенденция наблюдалась и на других культурах.

Таблица 1

Изменение структуры фауны жесткокрылых при снижении уровня пестицидного воздействия на биоценозы степной зоны Украины

Биогеоценозы	Агробиоценозы		Разнотравные балки		Лесополосы	
	1983-1989	1999-2003	1983-1989	1999-2003	1983-1989	1999-2003
Количество видов жуков	33	69	54	95	37	58
Из них: зоофагов	15	34	18	32	17	23
фитофагов	11	19	25	46	14	22
сапрофагов	7	16	11	17	6	13
Динамическая плотность, экз./10 л.суток						
Жуков всего	6,6	48,2	3,8	17,4	1,5	12,8
Из них: зоофагов	4,6	40,2	0,8	5,4	1,1	10,4
фитофагов	0,9	4,3	1,7	7,0	0,3	1,8
сапрофагов	1,1	3,7	1,3	5,0	0,1	0,6

Подтверждением общей тенденции, касающейся увеличения видового разнообразия и динамической плотности фауны жесткокрылых в условиях значительного снижения пестицидной нагрузки, служат и изменения, происшедшие в структуре колеоптерофауны, обитающей в разнотравных балочных биоценозах (Таблица 1).

Данные таблицы свидетельствуют о том, что число видов жуков, принадлежащих ко всем трофическим группам, во втором варианте увеличилось в 1,8 раз по сравнению с первым. При этом динамическая плотность зоофагов возросла в 6,8 раз, а фито- и сапрофагов, соответственно, в 4,1 и 3,8 раз.

На фоне произошедших значительных уменьшений объемов применения пестицидов отмечены существенные изменения в видовом составе и трофической структуре жуков герпетобия, обитающих в лесополосах. Данные об этих изменениях приведены в таблице 1. Они свидетельствуют о том, что, как и в предыдущих биоценозах, в лесопосадках во втором варианте произошло увеличение количества видов жуков, по сравнению с первым вариантом, в 1,6 раз, в том числе зоофагов – в 1,4 раз, фитофагов – в 1,6 и сапрофагов – в 2,2 раз. Динамическая плотность всех жуков герпетобия при этом

возросла в 8,5 раз. Наиболее значительное увеличение плотности отмечено у зоофагов (в 9,5 раз). Эти показатели для фитофагов и сапрофагов составили увеличение в 6,0 раз.

В 2004 году на полях кукурузы для уничтожения сорной растительности применялся гербицид Милагро с нормой расхода 1 литр препарата на гектар. Нами отмечено значительное отрицательное воздействие на фауну жесткокрылых, обитающих в напочвенном горизонте. Данные о произошедших изменениях приведены в таблице 2.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в результате применения препарата наблюдалось уменьшение общего числа видов жуков в 2,1 раза, в том числе зоофагов – в 2,2 раза, фитофагов и сапрофагов – в 1,5 и 4,5 раза, соответственно. При этом динамическая плотность жуков снизилась на протяжении сезона в 6,3 раза, в том числе зоофагов – в 6,2 раза, фитофагов – в 4,0 раза и сапрофагов – в 24,5 раза.

Более всего пострадали от воздействия гербицида жужелицы с весенним и весенне-летним типами размножения, такие как *Bembidion properans* Steph., *P. crenuliger* Chd. *P. cupreus* L. *P. sericeus* F.-W. Численность их снизилась по сравнению с полями, где препарат не применялся, соответственно, в 11,5, 2,5, 7,4 и 46,7 раз.

Влияние гербицида «Милагро» на герпетобионтную фауну жесткокрылых агроценозов кукурузы

Варианты	Обработано гербицидом	Без гербицида
Количество видов жуков	25	53
Из них: зоофагов	13	28
фитофагов	10	16
сапрофагов	2	9
Динамическая плотность, экз./10 л.суток		
Жуков всего	15,9	100,0
Из них: зоофагов	15,0	92,3
фитофагов	0,7	2,8
сапрофагов	0,2	4,9

Среди сапрофагов на обработанных полях динамическая плотность, например, *Pleurophorus caesus* Pz., уменьшилась в 14 раз. При этом на таких полях полностью отсутствовала *Silpha obscura* L., плотность которой на посевах кукурузы без использования Милагро в течение сезона была довольно высокой и составляла от 1,6 до 6,9 особей на 10 ловушко-суток.

На основании выше изложенного, нам предоставляется возможным сделать следующие выводы:

1. В процессе длительной сукцессии во вторичных агроэкосистемах сложились своеобразные, постоянно присутствующие в них комплексы герпетобионтных жесткокрылых, приспособившиеся к обитанию в разрыхленной почве. Они составляют фаунистическое ядро агроландшафтов и являются индикатором данных условий местообитания.

2. Агроландшафту как целостному биогеоценозу с определенной степенью антропогенной нагрузки присущи процессы, обеспечивающие наличие в них механизмов саморегуляции и относительно стабильного существования экосистемы на уровне динамического равновесия всех трофических групп.

3. Об этом свидетельствует тот факт, что даже при значительном (в 10-15 раз) снижении пестицидной нагрузки на культурные агроландшафты, произошедшем в Украине за последние 10-12 лет, не отмечено «ожидаемого» резкого увеличения численности и усиления вредоносности видов вредных фитофагов практически на всех выращиваемых в исследуемом регионе

культурах. За этот отрезок времени динамическая плотность зоофагов в среднем по агроландшафту увеличилась почти в 9 раз, а на отдельных культурах эта цифра достигала максимального увеличения более - чем в 40 раз. Заметное увеличение плотности фитофагов произошло, главным образом, за счет видов, питающихся сорной растительностью. Это дает основание считать их относительно полезными видами.

4. На этом фоне отмечено также увеличение видового разнообразия жуков, обитающих в разнотравных степных биоценозах и полевых лесополосах. При этом произошло увеличение динамической плотности всех трофических групп жуков, особенно хищных видов зоофагов.

5. Основным фактором, способным кардинально нарушить сложившееся в агроэкосистемах равновесие, является чрезмерное и зачастую неоправданное использование различных пестицидов, применяемых для уничтожения фитофагов, способных привести к потере определенной доли урожая выращиваемых полевых культур.

6. Даже при значительном уменьшении их количества аграрные экосистемы в достаточно широком диапазоне способны самостоятельно поддерживать динамическое равновесие внутри системы и предотвратить массовое размножение тех или иных видов вредных организмов без применения химического метода за счет увеличения численности зоофагов. Об этом свидетельствует отсутствие вспышек массового размножения вредных видов фитофагов практически на всех культурах и, как результат, потерь урожая.

7. При создании новых и усовершенствовании существующих систем защиты посевов от вредных организмов необходимо проведение долгосрочного мониторинга за изменением численности всей энтомофауны агроценозов, на основе которого следует планировать первоочередное проведение агротехнических приемов, использование биологического и других нехимических методов. Использование же химического метода должно носить строго подчиненный характер, с применением пестицидов только в случае крайней необходимости, с учетом установленных экономических порогов численности вредителей, при угрозе значительных потерь урожая и невозможности природных популяций энтомофагов самостоятельно поддерживать численность фитофагов на безопасном уровне.

Список литературы

Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1965. – 275 с.

Израэль Ю.А. Экологические эффекты загрязнений природной среды глобального масштаба / Ю.А. Израэль, Л.М. Филиппова, Г.Э. Инсаров, Ф.Н. Семевский, С.М. Семенов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Т. 10. – С. 10-21.

Козлов М.В. Ответные реакции популяций насекомых на антропогенные воздействия / М.В. Козлов: Препринт ИЛиД СО АН СССР. – Красноярск, 1987. – 60 с.

Криволицкий Д.А. Почвенные животные как биоиндикаторы при экологическом нормировании нарушений природной среды / Д.А. Криволицкий // Проблемы почвенной зоологии. – Минск: Наука и техника. – 1978. – С. 123-124.

Скугравы В. Изучение энтомоценозов полевых культур / В. Скугравы, К. Новак // Энтотомол. обозрение. – 1961. – Т. 40, № 4. – С. 807-814.

Сумароков А.М. Закономерности формирования фауны жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в полевых агроценозах степной зоны Украинской ССР / А.М. Сумароков // 12 Международный симпозиум по энтомофауне Средней Европы. 1988. – К.: Наукова думка, 1991. – С. 424-426.

Тропин И.В. Пути сохранения энтомофагов при химической борьбе с вредителями леса / И.В. Тропин // Исслед. по биометоду борьбы с вредит. сельского и лесного хоз-ва. – Новосибирск, 1964. – С. 195-198.

Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных К.К. Фасулати. – М.: Высшая школа, 1971. – 424 с.

Ernst W.H.O. Problems of bioindication on the level of individuals / W.H.O. Ernst // Bioindication. – 1980. – 3. – N26. – P. 3-9.

УДК 591.15:595.7+577.47

ПРИМЕНЕНИЕ МАИ ДЛЯ БИОИНДИКАТОРНОЙ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ МЕЛАНИЗИРОВАННОГО РИСУНКА ПОКРОВОВ НАСЕКОМЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

И.В. Батлуцкая

г. Белгород, Белгородский государственный университет

При оценки биоиндикаторной значимости изученных видов и выделения модельного объекта для оценивая состояния наземных экосистем применили метод анализа иерархий (Analytical Hierarchy Process), разработанный Т. Саати как инструмент планирования и принятия решений в ситуации, когда различные альтернативы должны сравниваться по критериям, не имеющим

определённой количественной оценки [Саати, 1991, 1993].

Алгоритм применяемого нами метода анализа иерархий (МАИ) – одного из наиболее широко используемых в последние годы методов системного анализа и объективной оценки полученных данных при изучении воздействия многих факторов и различных критериев их анализа - заклю-