

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ISSN 1727-1320

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

---

PLANT PROTECTION NEWS

3

Санкт-Петербург - Пушкин  
2008

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Научно-теоретический журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Главный редактор В.А.Павлюшин

Зам. гл. редактора К.В.Новожилов

Зам. гл. редактора В.И.Долженко

Отв. секретарь В.И.Танский

## Редакционный Совет

А.Н.Власенко,	В.А.Захаренко,	А.С.Ремезов,
В.И.Долженко,	А.А.Макаров,	С.С.Санин,
Ю.Т.Дьяков,	В.Н.Мороховец,	К.Г.Скрябин,
А.А.Жученко,	В.Д.Надыкта,	М.С.Соколов,
В.Ф.Зайцев,	К.В.Новожилов,	С.В.Сорока (Белоруссия),
	В.А.Павлюшин,	Д.Шпаар (Германия)
	С.Прушински (Польша),	

## Редакционная коллегия

О.С.Афанасенко, В.Н.Буров,	А.Ф.Зубков, М.М.Левитин,
Н.А.Вилкова, К.Е.Воронин,	Н.Н.Лунева, А.К.Лысов, Г.А.Наседкина,
Н.Р.Гончаров, И.Я.Гричанов,	Д.С.Переверзев (секретарь), Н.Н.Семенова,
Л.А.Гуськова, А.П.Дмитриев,	Г.И.Сухорученко, С.Л.Тютюрев

## Редакция

А.Ф.Зубков (зав. редакцией),  
С.Г.Удалов, И.А.Белоусов, И.Я.Гричанов, Т.А.Тильзина

Россия, 196608, Санкт-Петербург-Пушкин,  
шоссе Подбельского, 3, ВИЗР  
E-mail: vizrspb@mail333.com

©Всероссийский институт защиты растений (ВИЗР)

УДК 632:631.95

## ФИТОСАНИТАРНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ

**В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова,  
Г.И. Сухорученко, С.Р. Фасулати, Л.И. Нефедова**

*Вероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Статья посвящена фундаментальным исследованиям динамических процессов в экосистемах, свидетельствующих о глубокой структурно-функциональной трансформации агроэкосистем в результате усиливающихся антропогенных воздействий. В число важнейших вопросов входит рассмотрение экологических последствий хозяйственной деятельности человека (пестициды и сорта) и анализ характера реактивности (отклика) агроэкосистем на антропогенные воздействия. При этом наиболее выраженной реактивностью отличаются членистоногие обитатели агробиоценозов, в частности, массовые вредоносные виды фитофагов, составляющие группу доминантов и супердоминантов, а также изучение роли биологических инвазий в трансформации агроэкосистем. Представленные материалы свидетельствуют о необходимости проведения фитосанитарного мониторинга биоразнообразия видов и внутривидовых форм членистоногих в агроэкосистемах.

Совершенствование сельскохозяйственного производства и быстрые темпы научно-технического прогресса усиливают глубину и масштабы воздействия человека на биосферу в целом и, особенно, на агробиоценозы. В этих условиях происходит прогрессирующее ухудшение фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в связи с учащением случаев массовых размножений ряда видов членистоногих вредителей, фитопатогенов и сорных растений на фоне общего обеднения биоразнообразия агробиоценозов и агроландшафтов. В связи с этим значение защиты растений от вредных организмов как фактора повышения урожайности, улучшения качества и снижения себестоимости продукции возрастает. Сложившаяся в настоящее время фитосанитарная ситуация в агроэкосистемах предъявляет особые требования к выбору как средств и технологий ограничения вредоносности наиболее опасных видов биотрофов, так и путей предотвращения отрицательных экологических последствий проводимых против них защитных мероприятий.

К сожалению, существующие в настоящее время системы интегрированной защиты растений не в полной мере учитывают положения современной стратегии адаптивного растениеводства, предполагающей максимальное использова-

ние естественных механизмов и структур саморегуляции агробиоценозов с учетом особенностей онтогенетической и филогенетической адаптации всех их компонентов (Жученко, 1994). Системы защиты, хотя и базируются на преимущественном использовании нехимических средств, в т.ч. устойчивых к вредным организмам сортов сельскохозяйственных культур, биологических и микробиологических препаратов и малоопасных для полезной биоты пестицидов, но фактически остаются нацеленными на получение защитного эффекта без всесторонней оценки экологического риска их применения. В связи с этим совершенствование систем защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов в целях повышения их эффективности и экологической безопасности путем перехода к антропогенному управлению динамикой численности и адаптивными процессами в агроэкосистемах является одной из важнейших народнохозяйственных, социальных и природоохранных проблем.

Согласно разработанной ВИЗР концепции фитосанитарной оптимизации агроэкосистем (Новожилов, Вилкова, 1993; Новожилов, 1997), принципиальной особенностью современного этапа развития защиты растений, как неотъемлемой части адаптивного растениеводства, является биоценотический подход к по-

строению систем защитных мероприятий, основанный на использовании приемов и методов регулирования взаимодействий растений-продуцентов и консументов всех порядков в агробиоценозах. Такой подход делает возможным управление не только динамикой численности

вредных и полезных видов, но и их адаптивными реакциями. Это становится особенно важным в условиях усиления антропогенного воздействия на агроэкосистемы в связи с переходом на использование новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

### **Экологические последствия хозяйственной деятельности человека**

Во второй половине XX столетия в результате интенсификации промышленного производства, сельского хозяйства и изменений общественного развития резко возросло влияние человеческой деятельности на глобальные природные процессы в биосфере. Оно по своим масштабам сопоставимо с геологическими катаклизмами, коренным образом изменяющими животный и растительный мир планеты. Отмечается, что антропогенные преобразования природных экосистем, влияя со все большей интенсивностью на естественные биосферные процессы, приводят не только к изменениям характера действия прежних экологических факторов, но и к появлению новых. Многие последствия антропогенных воздействий на экосистемы в силу глубины и широты проявлений приобрели общепланетарный характер, что, по мнению ряда специалистов, может спровоцировать "глобальный экологический кризис" (Будыко, 1974; Завадский, Колчинский, 1977; Федоров, 1977; Жерихин, 1979, 2003; Камшилов, 1982; Олейников, 1983; Реймерс, 1983; Трусов, 1983; Казначеев, 1985; Алимов и др., 2004; Васильев, 2005; Васильев, Васильева, 2005).

В связи с этим одной из важнейших задач, стоящих перед человечеством в современный период антропосоциогенеза, является поиск, разработка и практическая реализация методов предотвращения и ликвидации негативных изменений как глобальной экологической системы, так и экологических систем более мелких масштабов. Эти задачи, как подчеркивают К.Уатт (1971), Е.К.Федоров (1977), В.В.Жерихин (1979), Н.Ф.Реймерс (1983), А.Ф.Емельянов (2004) и А.Г.Васильев (2005), необычайно многообразны и сложны для решения в силу существо-

вания в природных экосистемах каналов управления, цепных реакций и неустойчивых состояний, что создает возможность "сдвига в сторону от нормы" крупных стихийных процессов относительно малыми средствами.

Кроме того, как свидетельствует Э.В.Гирусов (1983), одной из наиболее важных особенностей экологических процессов является скрытый, неочевидный характер их протекания, мало доступный прямому наблюдению, в результате чего методология анализа реактивности (отклика) экосистем на различный рода экзогенные воздействия разработана недостаточно.

Анализируя отрицательные последствия рекреативного антропогенного воздействия на биосферу, Н.П.Федоренко и Н.Ф.Реймерс (1983) выделяют три пространственных уровня экологических изменений - локальный, региональный и глобальный. Локальные проявления действия антропогенных факторов авторы относят к первому пространственному уровню. Второй пространственный уровень - региональный - составляет деструкция крупных экологических систем. Глобальные воздействия хозяйственной деятельности человека на биосферу в целом авторы относят к третьему пространственному уровню. По мнению авторов, меры, используемые для предотвращения локальных и региональных последствий, бесполезны в случае проявлений глобальных антропогенных воздействий.

Современная деятельность человека, по свидетельству М.И.Будыко (1981) и А.Г.Васильева (2005), существенно изменяет природную среду на нашей планете, являясь, как правило, слагаемым локальных воздействий, и качественно преобразует условия жизни как расте-

ний, так и животных. Накопленные к настоящему времени в мировой литературе материалы о локальных и региональных уровнях экологических изменений под влиянием все усиливающегося антропогенного воздействия свидетельствуют о глубокой трансформации как природных, так и искусственных экосистем (Будыко, 1981; Трусов, 1983; Васильев, 2005).

Антропогенные воздействия на биологические сообщества экосистем многогранны. Наряду с прямым уничтожением одних видов животных и растений или ухудшением их жизнедеятельности они способствуют процветанию других видов. При этом нарушения структурной организации и функционирования экосистем резко изменяют их динамические качества, повышают как эволюционную, так и циклическую подвижность, снижают степень интегрированности и надежности систем (Холинг, 1982; Жерихин, 2003). Человеческое общество, по свидетельству К.М.Завадского и Э.И.Колчинского (1977), стало новым фактором эволюции, под влиянием которого все более интенсивно перестраиваются не только отдельные сообщества, но и вся биосфера в целом. По их мнению, "...выработка адаптаций диких растений и животных к антропогенным факторам служит доказательством того, что эволюция всей живой природы в значительной степени направляется деятельностью человека...".

Естественные биоценозы принято считать одним из важнейших уровней целостности (Арнольди К.В., Арнольди Л.В., 1963; Бей-Биенко, 1967; Ляпунов, 1970; Камшилов, 1974; Абакумов, 1975). Естественные биоценозы как целостная, открытая и самоорганизующаяся система обладают высокой степенью организации и упорядоченностью связей составляющих их компонентов. Современный естественный биоценоз представляет собой, по определению Н.В.Дылыса (1974), организацию, сложившуюся в процессе длительного исторического развития сообществ организмов, в результате которого происходила подгонка частей биогеоценотических связей и отбраковка тех элементов, которые в той или иной мере

оказывались неудачными для их функционирования.

Природные биогеоценозы представляют собой сбалансированные по степени биоразнообразия динамические образования с многообразием вещественно-энергетических и информационных связей между компонентами. Они характеризуются наличием генетических ауто- и синэкологических и эволюционных регуляторов, определяющих структурно-функциональную целостность всей экосистемы. Согласно А.А.Жученко (2004), в основе функциональной целостности многокомпонентных биоценозов лежат многочисленные (экзаметаболические, фитоклиматические и др.) взаимодействия составляющих их растений, животных, микроорганизмов и других биотических компонентов. При этом структура, состав ценоза и характер отношений между его компонентами, как подчеркивает автор, эволюционно обусловлены и генетически детерминированы.

Базируясь на принципах теории систем, А.А.Жученко (2004) считает, что функционирование природных экосистем согласуется с принципами максимизации потока энергии и минимизации энтропии, и под действием естественного отбора в каждой экосистеме отбираются те группы животных, растений и микроорганизмов, которые максимизируют поток энергии.

К числу важнейших механизмов обеспечения биоценотической стабильности в экосистемах следует отнести иммуногенетические свойства как растений-продуцентов, так и консументов всех трофических уровней. Иммуитет в настоящее время рассматривается в качестве важнейшей основы развития и функционирования как индивидуализированных экологических систем (то есть видов, обеспечивая их организменную целостность и видовую самобытность), так и многокомпонентных сообществ, выступая в качестве основного механизма стабильности взаимодействия всех их компонентов в цепях питания и важнейшего биоценотического регулятора. По нашему мнению, иммуитет растений к вредным организмам совершенствовался

в историческом прошлом в процессах образования и эволюции разных типов биогеоценозов как один из важнейших механизмов их устойчивости (Шапиرو, Вилкова, 1972; Вилкова, 1980). Исходя из представлений Н.И.Вавилова (1919) можно полагать, что наиболее совершенные формы этот процесс принял в центрах формирования видового разнообразия растительных организмов - в горных и предгорных регионах, характеризующихся политопизмом и множеством естественных преград.

Организмы в ценозах связаны как единством жизненного субстрата, так и единством эволюционного процесса, как части эволюционирующей макросистемы. В эволюции ценоза выделяют два направления - трофическое, приводящее к повышению биомассы ценозов, и разрушительное, связанное с сокращением этой биомассы (Яблоков-Хнзорян, 1972; Уголев, 1985).

В условиях трофической эволюции основное направление отбора способствует развитию стабилизирующих регуляторных механизмов продуктивности популяций, составляющих ценоз, и усиливает взаимосвязи между видами. Таким образом, следует, что в ходе сопряженной эволюции растений и их консументов действие отбора было направлено на сохранение и совершенствование связей, повышающих устойчивость и прочность этой экологической системы. Растения как хемо- и фотосинтетики, составляющие основу биогеоценоза, в силу особенностей их экологических связей с окружающей средой специфичны по своей биогеохимической деятельности и трансформации среды обитания для всех гетеротрофов, населяющих данный биогеоценоз - фитофагов, энтомофагов, микроорганизмов и т.д.

Все это определяет высокую степень способности природных экосистем к саморегуляции и стабильности функционирования. Такие системы характеризуются преобладанием стабилизирующей формы естественного отбора над его движущей формой. Это приводит к тому, что все эволюционные процессы в при-

родных биогеоценозах происходят плавно и замедленно, под жестким контролем механизмов биоценотической регуляции, без резких изменений в составе видов, населяющих биоценоз, и в структуре их популяций, и при сохранении биоценотических связей. Эволюционные явления такого типа именуют "когерентной эволюцией", т.е согласованной между всеми компонентами ценоза, обладающей чрезвычайно высоким буферным эффектом (Красилов, 1969,1986; Жерихин, 1979; Васильев, 2005). Авторы считают, что реальные темпы эволюции в живой природе на 5-6 порядков ниже потенциальных.

При экзогенной трансформации экосистем, важнейшими причинами которой в настоящее время являются длительные и массивованные антропогенные воздействия, эволюционные процессы приобретают форму так называемой "некогерентной эволюции" (не согласованной между компонентами ценоза), когда регулирующее действие ценологических механизмов ослабевает, и определяющими в таких случаях становятся лишь популяционно-генетические механизмы. Типичными примерами несбалансированных экосистем с нарушенными биоценологическими структурами, где складываются особо благоприятные условия для проявления некогерентной эволюции, являются большинство современных агробиоценозов, что подтверждают и данные литературы (Красилов, 1969,1986; Завадский, Колчинский, 1977; Жерихин, 1979,2003; Жученко, 2004; Васильев, 2005; Васильев, Васильева, 2005).

Агробиоценозы составляют особую категорию искусственных биоценозов. Термин "агробиоценоз" или "агроценоз" был предложен Г.Я.Бей-Биенко (1961,1967) для обозначения вторичных сообществ, отличающихся рядом специфических черт. По мнению В.Н.Сукачева (1974), этот тип организации биоценозов, имеющий сравнительно короткую историю, по отношению к природным биоценозам является чужеродным, легко разрушаемым образованием, не способным сколько-нибудь длительно существовать без поддержки человека. Искусственные биоценозы соз-

даются человеком по заранее намеченному плану на месте уничтоженных растительных сообществ (Сукачев, 1974).

В искусственных биоценозах снизилось значение естественного отбора до минимума, его заменил новый мощный фактор, действующий на все компоненты сообществ, - деятельность человека. Структура комплексов энтомофауны агроценозов определяется возделываемой культурой и представляет собой закономерные группировки видов (Бей-Биенко и др., 1935; Тишлер, 1971; Шапиро и др., 1979).

Агробиоценозы подвергаются особенно разностороннему и массивному влиянию человеческой деятельности, что зачастую отрицательно сказывается на их структурно-функциональной организации, фитосанитарном состоянии и продуктивности. В то же время А.А.Жученко (2004) подчеркивает общепланетарное значение самих агроэкосистем, оказывающих существенное влияние на динамику биосферных процессов на планете. Автор приходит к выводу о неизбежности негативных последствий этого влияния при ориентации господствующих ныне систем агропроизводства на преимущественно химико-технологическую интенсификацию. Планетарная роль агроэкосистем, по его мнению, проявляется в ускоренной деградации среды обитания человека и других живых организмов за счет все возрастающих масштабов водной и ветровой эрозии почв, их опустынивания и засоления, загрязнения окружающей среды пестицидами, тяжёлыми металлами, радионуклидами и др.

По сравнению с природными биогеоценозами агробиоценозы отличаются спецификой структурно-функциональной организации, своеобразием видового и популяционного состава населяющих их организмов (степенью биоразнообразия), особенностями эмерджентных отношений и динамических свойств. Коренные перестройки биоценологических связей в искусственных экосистемах, вызванные типичным для них обеднением биоразнообразия и соответствующим укорочением цепей питания, привели к утрате в значительной степени экологической само-

регуляции таких сообществ. Управление их структурой и функционированием взял на себя человек.

Агробиоценозы начали формироваться в неолите, точнее в кампинийском периоде неолита, датируемом X-V тысячелетиями до н.э. (Синская, 1969), с началом земледелия - в период одомашнивания растений и расширения площадей их возделывания. Для каждого из исторических этапов развития человеческого общества характерны определенные системы земледелия, и каждый из этих этапов отражался на эволюции агробиоценозов (Шапиро, Вилкова и др., 1979; Шапиро, 1988; Шапиро, Вилкова, 1989). Первыми были введены в культуру наиболее важные для человека растения - зерновые злаки (пшеница, ячмень, рожь, просо), горох, бобы, чечевица, лен, конопля и др. И несмотря на то, что domestикация осуществлялась в пределах ничтожно малого, в масштабах эволюции, промежутка времени, в ее процессе произошла значительная реорганизация свойств окультуренных растений по сравнению с их исходными формами, что явилось закономерным результатом так или иначе осуществляемой селекции. Примитивный отбор, наряду с переносом диких форм в новые условия, начался еще на самых ранних этапах окультуривания растений. При этом основной тенденцией в селекционных преобразованиях растений, сохранившей свое значение и в современной селекции, явилось получение форм с улучшенными хозяйственно-ценными признаками (Синская, 1955,1969; Вавилов, 1966,1987; Жуковский, 1971; Жученко, 1988,2004).

Одомашнивание растений привело к изменению экологической и социальной обстановки на Земле, что создало предпосылки для первого демографического взрыва (Вишневский, 1973). Этот период можно считать началом становления агробиоценозов.

В качестве основной базы осуществляемой селекции человек использовал полиморфизм исходных популяций растений. Отбор человеком растений шел по пути повышения их общей продуктивно-

сти, обогащения используемых органов растений веществами в легкоусвояемой форме, с одной стороны, и, с другой стороны - в направлении снижения уровня содержания веществ, ухудшающих качество продукции. Культурные формы растений стали отличаться от своих дикорастущих сородичей значительно более высокой фотосинтетической и хемосинтетической активностью, что обеспечило интенсивное накопление ими вещественно-энергетических ресурсов. В результате в настоящее время биологическая продуктивность агроэкосистем более чем в тысячу раз превышает продуктивность природных фитоценозов (Жученко, 1988,2004).

Однако, как указывает А.А.Жученко (2004), "...ни один признак нельзя изменить изолированно от остальной генетической системы, поскольку самый незначительный отбор действует на организм в целом". В связи с этим селекция изменила не только непосредственно селектируемый признак, но и привела, в порядке коррелируемого ответа, к существенному изменению многих строго стабилизированных в процессе предшествующей эволюции свойств растений. Особенно серьезные изменения в архитектонике и биологии возделываемых растений произошли в середине XX века, когда для конструирования новых форм селекционеры стали широко применять межвидовую гибридизацию, а затем и методы генной инженерии. Генетическая природа культурных форм растений часто гораздо сложнее, чем у их диких сородичей, на что указывал еще Н.И.Вавилов (1966). При этом важно отметить, что в процессе domestikации растений подверглась существенной трансформации и их иммуногенетическая система, в результате чего снизились ее защитные функции. Иными словами, селекция растений на высокую потенциальную продуктивность нередко ведет к значительному ослаблению иммунологических свойств у возделываемых форм растений по сравнению с дикорастущими и к снижению их экологической устойчивости (Шапиро, 1985; Ша-

пиро, Вилкова, 1989; Вилкова, 1980; Жученко, 1988,2004).

В то же время общепризнано, что использование устойчивых к вредителям и болезням сортов сельскохозяйственных культур является основой экологизированных систем интегрированной защиты растений. Стало очевидно, что устойчивые к биотическим и абиотическим воздействиям сорта сельскохозяйственных культур наиболее полно решают задачи энерго- и ресурсосбережения, охраны биосферы от загрязнения пестицидами и управления продуктивностью и фитосанитарным состоянием агроэкосистем. Широкое использование стрессустойчивых сортов сельскохозяйственных культур является одним из важнейших рычагов регулирования численности популяций вредных и полезных организмов и их адаптивной изменчивости в агроэкосистемах (Шапиро, 1966,1976,1985,1988; Шапиро и др., 1979,1981; Фадеев, Новожилов, 1984).

Как показали исследования, специфические функции иммуногенетической системы растений как биоценотического регулятора определяют качественные и количественные характеристики потока вещества и энергии по цепям питания; специфику взаимодействий консументов различных уровней и таксономической принадлежности; специфику их аутоэкологических и популяционно-динамических характеристик, в т.ч. различных форм их реактивности; закономерности формирования и функционирования консорций различных типов; характер дивергентных процессов, то есть направленность и темпы микроэволюционных преобразований в популяциях биотрофов. В связи с этим вводимые в сельскохозяйственное производство устойчивые сорта растений, в т.ч. и их трансгенные формы, являются важнейшим фактором, определяющим жизнеспособность и адаптациогенез всех компонентов агробиоценоза (Вилкова и др., 2001,2002,2003).

Скопление растений одного вида на больших площадях создало не только благоприятные условия для их использования насекомыми в пищу, но и сказа-



лось на микроклимате и других экологических условиях, определяющих характер специализации многих видов фитофагов (Шапиро и др., 1979).

Таким образом, широкая интродукция культурных растений из первичных очагов формообразования в другие районы земного шара и большие площади возделывания множества их сортов и гибридов с самыми разнообразными иммуногенетическими свойствами обусловили не

только специфику формирования видового состава (биоразнообразия) агробиоценозов в условиях различных природно-климатических поясов мира (где выделены и соответствующие зоогеографические области), но и особенности темпов и направленность адаптациогенеза местных популяций гетеротрофного населения таких руковетных сообществ (Шапиро, 1966, 1988; Шапиро и др., 1979, 1981; Вилкова и др., 1979, 2001, 2002, 2003).

### Типы отклика агроэкосистем на антропогенные воздействия

Начало земледельческой культуры стало переломным моментом в жизнедеятельности многих видов насекомых-фитофагов в связи с их переходом из естественных биогеоценозов в искусственные, что явилось началом становления их массовыми вредителями. История становления агробиоценозов свидетельствует о том, что все экономически значимые виды вредных организмов на основных сельскохозяйственных культурах являются результатом хозяйственной деятельности человека. Экологические условия агробиоценозов сформировали ядро сравнительно небольшого числа вредных видов членистоногих и фитопатогенов, относимых к доминантным или фоновым (термин А.Г.Васильева, 2005), численность и вредоносность которых сохраняется на высоком уровне несмотря на постоянно проводимые против них защитные мероприятия. Именно эти виды, являющиеся основными компонентами сообществ, в первую очередь реагируют на антропогенные воздействия. В таблице 1 приведены наиболее характерные примеры видов фитофагов некоторых отрядов членистоногих, относимых к массовым вредителям сельскохозяйственных культур.

Среди доминантных видов членистоногих мезофауны ряда сельскохозяйственных культур необходимо выделить их наиболее массовые и агрессивные виды, объединив их в особую группу "супердоминантных". По нашему мнению, это те виды фитофагов, которые в специфических условиях трансформированных агробиоценозов вышли из-под жесткого

контроля механизмов биоценотической регуляции. Это способствует поддержанию их практически постоянно высокой численности и вредоносности (то есть без закономерной многолетней ритмичности колебаний их уровней), а также расширению их видовых ареалов - что является характерными признаками "экологических взрывов" (Элтон, 1960; Тишлер, 1971).

Биологические преимущества супердоминантных видов консументов, как правило, связаны с их широкой экологической пластичностью, которая обусловлена еще более выраженным, чем у доминантных видов, внутривидовым полиморфизмом, определяемым открытой рекомбинационной системой их генома (Жученко, 2004). К числу таких видов могут быть отнесены колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say, хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hbn., вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put, картофельная моль *Phthorimaea operculella* Zell., хлопковая (табачная) белокрылка *Bemisia tabaci* Genn. и другие.

По мнению А.А.Жученко (2004), массовому размножению вредителей, возбудителей болезней и сорняков способствуют практически все основные факторы преимущественно техногенно-интенсивной системы земледелия: крупномасштабные поля и севообороты, монокультура, генетически однородные сорта и гибриды, вегетативное размножение растений, однотипные технологии возделывания культур, загущенные посевы, высокие дозы азотных удобрений, орошение и т.д.

Таблица 1. Характерные признаки биологического прогресса доминантных видов вредителей основных сельскохозяйственных культур

Виды	Рас- шире- ние ареала	Дивер- генция: расы, подвиды	Вспы- шки размно- жения	Виды	Рас- шире- ние ареала	Дивер- генция: расы, подвиды	Вспы- шки размно- жения
<b>Равнокрылые хоботные</b>				<b>Чешуекрылые (бабочки)</b>			
Табачная белокрылка <i>Bemisia tabaci</i>	+		+	Американская белая бабочка <i>Hypantiria cunea</i>	+		+
Оранжевая белокрылка <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	+		+	Картофельная моль <i>Phthorimaea operculella</i>	+		+
Бурая рисовая цикадка <i>Nilaparvata lugens</i>		+	+	Хлопковая совка <i>Helicoverpa armigera</i>	+	+	+
Виноградная филлоксеры <i>Viteus vitifolii</i>	+		+	Египетская хлопковая совка <i>Spodoptera littoralis</i>	+		+
Медяница грушевая <i>Psylla pyri</i>	+		+	Репная белая бабочка <i>Pieris rapae</i>			+
Морковная листоблошка <i>Trioza apicalis</i>			+	Капустная моль <i>Plutella xylostella</i>			+
<b>Полужесткокрылые (клопы)</b>				<b>Перепончатокрылые</b>			
Вредная черепашка <i>Eurygaster integriceps</i>	+	+	+	Луговой мотылек <i>Loxostege sticticalis</i>			+
<b>Бахромчатокрылые (трипсы)</b>				<b>Двукрылые</b>			
Пшеничный трипс <i>Haplothrips tritici</i>			+	Кукурузный мотылек <i>Ostrinia nubilalis</i>	+	+	+
Западный цветочный трипс <i>Frankliniella occidentalis</i>	+		+	Восточная плодовая муха <i>Grapholitha molesta</i>	+	+	+
Табачный трипс <i>Thrips tabaci</i>	+		+	Сливовая плодовая муха <i>G.funebrana</i>	+		+
<b>Жесткокрылые (жуки)</b>				<b>Клещи</b>			
Фасолевая зерновка <i>Acanthoscelides obtectus</i>	+		+	Стеблевой хлебный пилильщик <i>Cephus pygmaeus</i>	+		+
Гороховая зерновка <i>Bruchus pisorum</i>	+		+	Черный хлебный пилильщик <i>Trachelus tabidus</i>			+
Хлебная жужелица <i>Zabrus tenebrioides</i>	+		+	<b>Двукрылые</b>			
Льняная блоха синяя <i>Aphthona euphorbiae</i>			+	Весенняя капустная муха <i>Delia brassicae</i>			+
Западный кукурузный жук <i>Diabrotica virgifera</i>	+	+	+	Летняя капустная муха <i>D. floralis</i>			+
Пьявица красногрудая <i>Lema melanopus</i>			+	Свекловичная муха <i>Pegomya hyoscyami</i>			+
Колорадский жук <i>Leptinotarsa decemlineata</i>	+	+	+	Гессенская муха <i>Mayetiola destructor</i>	+	+	+
Блошка волнистая <i>Phyllotreta undulate</i>			+	Овсяная шведская муха <i>Oscinella frit</i>			+
Блошка выемчатая <i>Ph. vittata</i>			+	Ячменная шведская муха <i>O. pusilla</i>			+
Яблонный цветоед <i>Anthonomus pomorum</i>	+		+	Пшеничная муха <i>Phorbia fumigata</i>	+		+
Свекловичный долгоносик <i>Bothynoderes punctiventris</i>			+	Морковная муха <i>Psila rosae</i>			+
Хлебный жук-кузька <i>Anisoplia austriaca</i>	+	+	+	<b>Клещи</b>			
Японский жук <i>Popillia japonica</i>	+		+	Яблонный ржавый клещ <i>Aculus schlechtendali</i>	+	+	+
				Красный плодовой клещ <i>Ranonychus ulmi</i>	+		+
				Обыкновенный паутинный клещ <i>Tetranychus urticae</i>	+		+
				Боярышниковый клещ <i>T. viemensis</i>	+		+

Рассматривая причины возникновения и обострения проблем защиты растений в условиях антропогенных преобразований агробиоценозов, И.Д.Шапиро (1985, 1988) выделяет следующие три главные.

1. Существенное ослабление иммунологических свойств окультуренных растений при их стихийной доместикиации и на последующих этапах селекции. Этот процесс, направленный на максимизацию продуктивности культурных растений и улучшение их хозяйственно-ценных признаков, обычно сопровождается, как отмечено выше, возрастанием уязвимости их окультуренных форм к действию абиотических и биотических факторов.

2. Появление больших территорий, занятых генетически однородными формами той или иной культуры, что способствовало улучшению кормовой базы вредных организмов и породило вспышки массовых размножений вредителей и эпифитотий возбудителей заболеваний. В результате многие виды фитофагов трансформировались в прогрессирующие доминантные виды вредителей.

3. Широкое использование в защите растений пестицидов, которое, наряду с высоким биологическим эффектом, имеет целый ряд отрицательных экологических последствий.

Сложившаяся в настоящее время фитосанитарная ситуация в агроэкосистемах предьявляет особые требования как к выбору средств и технологий ограничения вредоносности наиболее опасных видов биотрофов, так и к поиску путей предотвращения отрицательных экологических последствий проведения защитных мероприятий, которые проявляются не только на уровне отдельных видов, населяющих данный агробиоценоз, но и на уровне всей агроэкосистемы и систем более высокого ранга. Среди приемов и средств защиты растений наибольшее влияние на структурную организацию и динамические свойства агроэкосистем оказывают возделываемые генотипы сельскохозяйственных культур, в т.ч. и генно-инженерномодифицированные растения, пестициды, микробио-

логические препараты, физиологически активные вещества (ФАВ) различной природы и структуры.

Деятельность человека как важнейшего фактора воздействия на экосистемы в целом и, в частности, на их энтомофауну, стала привлекать внимание энтомологов еще в 20-е гг. прошлого столетия, что повлекло за собой значительное число публикаций по различным аспектам формирования и функционирования агробиоценозов (Бей-Биенко, 1928,1939, 1957,1961,1967; Филиппев, 1929; Рубцов 1935; К.В.Арнольди, 1951,1952,1953; Викторов, 1955,1960; Шапиро, 1958; Медведев, 1949; Элтон, 1960; Гиляров, 1963; Рафес, 1964; Поляков, 1968,1976; Сукачев, 1974; Вилкова, 1980; Фадеев и др., 1981; Фадеев, Новожилов, 1984; Новожилов, 1997; Павлюшин, 2000).

Рассматривая реактивность природных экосистем, К.А.Куркин (цит. по: Жученко, 2004) различает два аспекта устойчивости биоценоза - внутренний (экосистемный) и внешний (по отношению к экзогенным воздействиям). При этом внутренняя устойчивость обусловлена устойчивостью к собственной средообразующей деятельности. По реакции на экзогенные воздействия автор выделяет стабильно устойчивые, лабильно устойчивые и неустойчивые экосистемы.

Что касается агроэкосистем, то по названному выше признакам они определенно причисляются к неустойчивым. Тем не менее, как указывает И.Д.Шапиро (1988), характер функционирования и отклики разных типов агробиоценозов на экзогенные воздействия зависят от специфики возделываемых культур, свойств их сортов, а также от частоты и радикальности изменений экологической обстановки на полях, вызываемых технологиями растениеводства и защиты растений.

Среди средств защиты растений наибольшее значение в дезинтеграции функционирования агробиоценозов имеют химические средства защиты растений, среди которых наибольшую экологическую опасность представляют инсектициды. Являясь в большинстве своем

политоксичными соединениями, эти вещества изменяют состав и структуру популяций членистоногих, нарушают биоразнообразие экосистем за счет элиминации консументов разных порядков и разрушают биоценотические связи. Прямые и косвенные последствия их широкого использования в сельском хозяйстве приводят к существенному ослаблению регуляторных механизмов агробиоценозов, что сопровождается изменением состава доминирующих видов вредителей, неуправляемым ростом численности отдельных видов, развитием резистентности к применяемым средствам защиты, гибели отдельных видов биотрофов в окружающих экосистемах и т.д.

Необходимо отметить, что во второй половине XX века произошли резкие качественные изменения в ассортименте средств защиты растений, предполагающие интенсивное использование физиологически активных веществ (ФАВ) различной природы и химической структуры. Это относится и к таким развиваемым в настоящее время направлениям защиты растений, как применение индукторов устойчивости растений, использование трансгенных форм растений, применение селективных препаратов (феромоны, ингибиторы синтеза хитина, гормональные препараты и др.), воздействующих на специфические физиолого-биохимические процессы у вредителей. Однако, как стало очевидным, использование этих средств защиты растений приводит к тем же негативным последствиям, что и применение традиционных политоксичных пестицидов, так как, помимо прямого защитного эффекта, они вызывают глубокие нарушения структурно-функциональной организации агробиоценозов, в т.ч. ускорение темпов и изменение направленности адаптивных реакций в популяциях консументов. В этих случаях адаптивные реакции консументов в агроэкосистемах протекают при преобладании движущей формы естественного отбора над стабилизирующим.

В связи с этим такие предполагаемые приемы защиты растений, как использо-

вание трансгенных сортов, экспрессированных бактериальными токсинами, и применение ФАВ в качестве индукторов устойчивости растений, по своей природе также не способны в должной мере решать задачи фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, так и большинство ныне применяемых химических средств. В целях предотвращения отрицательных экологических последствий требуется обязательная и всесторонняя научная оценка возможного экологического риска применения названных средств защиты растений.

К сожалению, ответные реакции крупных экологических систем, в т.ч. и агробиоценозов, на антропогенные воздействия исследованы недостаточно. В настоящее время для этих целей используется целый ряд структурных и функциональных характеристик экосистем.

Основываясь на принципах системного анализа, Н.Ф.Реймерс (1983) подробно рассматривает нарушение структуры и динамических свойств различных экосистем при интенсивных и длительных антропогенных воздействиях и выделяет при этом три основных типа их ответных реакций. Первый тип реактивности выражается в сравнительно быстром "отклике" системы, проявляющемся в форме так называемого "дублирования", когда один доминирующий в сообществе вид заменяется другим, близким по экологическим (функциональным) характеристикам при общем снижении биоразнообразия экосистемы. Второй тип реактивности проявляется также быстро и выражается в интенсификации модификационной обратимой изменчивости, базирующейся на динамических свойствах вариационности и иммобильности. Третий тип отклика, по мнению Н.Ф.Реймерса, процесс более медленный, связанный с необратимыми перестройками генотипической структуры популяций видов сообщества, то есть с проявлениями их диверсификации и дивергенции. Эта группа явлений рассматривается автором как коренные изменения системы.

По мнению А.Г.Васильева (2005), процессы генотипической изменчивости при

длительном антропогенном воздействии на экосистемы ускоряются. При этом происходит резкое направленное изменение "реализованного эпигенетического ландшафта" различных популяций, сопровождаемое изменениями их феноблика. С позиций популяционной эпигенетики, "эпигенетический ландшафт" (эпигенетическая система) популяций - это историческая сформировавшаяся популяционная программа развития - "адаптивная норма", включающая все основные пути ее онтогенетической реализации (Васильев, 2005). По мнению автора, процессы быстрых эпигенетических перестроек действительно происходят в техногенно нарушенной среде. Особенно наглядно это прослеживается на доминантных видах животных и растений, которые могут служить индикаторами при биомониторинге негативных процессов, протекающих в трансформированных экосистемах.

Анализ современного состояния экосистем с позиций вышеизложенного свидетельствует о том, что перечисленные процессы в настоящее время активно протекают в агробиоценозах различных типов. Ответные реакции первого типа на усиление антропогенного воздействия на агроэкосистемы ("дублирование") отчетливо прослеживаются в изменении видового состава и структуры ядра доминантных видов вредителей основных сельскохозяйственных культур. Так, в последние годы среди вредителей зерновых злаков в основных районах их возделывания отмечено значительное повышение численности и высокая вредоносность пшеничной мухи *Phorbia fumigata* Meig. и этот вид превратился в доминантный вместо ранее доминировавших шведских мух *Oscinella frit* L. и *O. pusilla* Meig. (Махоткин, 2000; Вошедский, Махоткин, 2002). В степной зоне Северного Кавказа, как отмечают Э.А.Пикушова, О.В.Роженцова и Л.Н.Хомицкая (2007), в последние 7-10 лет наблюдается стабильно высокая численность ранее не имевшего здесь практического значения пшеничного трипса *Haplothrips tritici* Kurd., резко возросла

численность красногрудой пьявицы *Lema melanopus* L. на озимой пшенице, а также значительно расширилась зона вредоносности хлебной жужелицы *Zabrus tenebrioides* Goeze, которая ныне вредит не только в северной, но и в центральной и западной зонах Краснодарского края. В агробиоценозах овощных крестоцветных культур Северо-Западного региона РФ ранее многочисленными капустная белянка *Pieris brassicae* L. и рапсовый клоп *Eurydema oleracea* L. из доминантных видов превратились в редко встречающиеся. Доминантами по численности и вредоносности здесь стали репная белянка *P. rapae* L. и крестоцветные блошки - жуки-листоеды рода *Phyllotreta* Foudr. (Асякин, Иванова, 1999). В этом же регионе на овощных и цветочных культурах защищенного грунта отмечено увеличение видового состава вредителей (до 20 и более), среди которых, помимо обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch., табачного трипса *Thrips tabaci* Lind. и бахчевой тли *Aphis gossypii* Glov., доминируют оранжевая белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westw. и западный цветочный трипс *Frankliniella occidentalis* Perg. (Павлюшин и др., 2005; Великань, Иванова, 2005). В плодовых садах Крыма, Кавказа, юга Украины и Казахстана во второй половине XX века постепенно утратила практическое значение желтобурая ранняя совка *Orthosia cerasi* (Овсянникова, Гричанов, 2007). В то же время в плодовых садах Северо-Кавказского региона в комплексе растительоядных клещей наиболее значимым по численности и вредоносности видом в последние годы стал ржавый яблонный клещ *Aculus schlechtendali* Nal. (Сторчевая, 2005). По данным Т.Е.Анцуповой и Ю.С.Худoley (2007), на посевах озимого рапса в предгорной зоне этого же региона возросла до вредоносного уровня численность рапсовой блошки *Psylliodes chrysocephala* L., ранее многочисленной и вредоносной лишь в Западной Европе. Имеются сведения Т.А.Автаевой (2007), что такой ан-

тропогенный фактор, как нефтяное загрязнение залежных территорий в Северо-Кавказском регионе, приводит не только к снижению численности и динамической плотности таких представителей почвенной мезофауны, как жужелицы (Carabidae), но и к уменьшению количества их доминантных видов с 10 до 6 при увеличении "индекса доминирования Симпсона" и нарастании обилия одного супердоминанта - вида *Pterostichus formicatus* или *P. explodens* в зависимости от степени загрязнения.

С точки зрения оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем наблюдаемая в настоящее время смена доминант в ядре хозяйственно значимых видов вредных организмов на многих сельскохозяйственных культурах требует детального изучения в связи с необходимостью разработки и совершенствования систем их защиты.

Помимо изменений видового состава функциональных группировок в агроэкосистемах, наблюдаются также глубокие изменения в биологии ряда доминантных видов консументов. Характерным проявлением этого является изменение типа многолетней динамики их численности. В частности, у таких вредителей, как хлопковая совка, вредная черепашка (на периферии ареалов) и некоторые виды стадных саранчовых, периоды между вспышками массовых размножений сократились с 9-12 лет до 3-5 лет (Столяров, 1998; Пикушова и др., 2007). У капустной моли и колорадского жука в настоящее время в пределах всего ареала и вредной черепашки в центре ареала отмечается высокая численность без выраженных ее колебаний по годам. Существенную значимость подобных изменений в многолетней ритмике численности видов подчеркивает Н.П.Наумов (1955, 1963), который считает, что "тип динамики населения - такая же характерная видовая или групповая особенность, как и их морфофизиологические свойства".

По мнению М.И.Будыко (1977), все экологические системы находятся в условиях постоянных колебаний численности составляющих их популяций расте-

ний и животных. Эти колебания происходят как автоколебательный процесс и могут длительное время сохранять устойчивость. В связи с этим наблюдаемая дезинтеграция эволюционно сложившейся многолетней динамики численности вредителей свидетельствует о глубоких изменениях эпигенетического ландшафта популяций в разных частях их ареалов. К сожалению, в условиях глобального антропогенного воздействия на агробиотенноз организацию пространственно-временной структуры популяций вредоносных видов членистоногих, дающих вспышки массовых размножений, исследована недостаточно.

Как уже отмечалось выше, одной из наиболее актуальных биоэкологических проблем отрицательных последствий усиления антропогенных воздействий на агроэкосистемы является активизация всех проявлений адаптивной изменчивости у растений и консументов всех порядков - как модификационной, так и генотипической, то есть формообразовательной (Филиппченко, 1926; Шмальгаузен, 1940, 1964, 1968; Кожанчиков, 1948, 1951, 1958; Шапиро, 1964, 1966, 1985; Вилкова и др., 1979; Шапиро и др., 1981; Фасулати, 1988; Вилкова, Фасулати, 2001; Жученко, 2004). Это - второй и третий типы ответных реакций экосистем по Н.Ф.Реймерсу (1983). Считается, что пути адаптаций популяций животных к экстремальным факторам как естественного, так и антропогенного происхождения аналогичны и имеют под собой неспецифическую основу (Васильев, 2005).

Специфику ответных реакций (отклика) всей экосистемы или ее отдельных компонентов на любые экзогенные воздействия, включая и антропогенные, определяют особенности видового состава сообщества (степень его биоразнообразия), его пространственно-временной структуры и характера биотенотических связей между продуцентами и консументами всех уровней. При этом аутоэкологические и популяционно-динамические реакции компонентов ценоза имеют характер адаптиогенеза и проявляются на всех уровнях организации живой ма-

терии: молекулярно-генетическом, организменном (индивидуальном), популяционном и биоценотическом.

На организменном уровне адаптогенез формируется в пределах широты нормы реакции генотипа в виде модификационной адаптивности. На популяционном уровне он проявляется (при преобладании движущей формы отбора) в изменении генетической структуры популяции и популяционных норм реакций по ряду взаимосвязанных адаптивных признаков, то есть в виде формообразовательной адаптивности. Такие явления классифицируются как микроэволюционные процессы формообразования - внутривидовой дивергенции. Они ведут к формированию популяций, аллопатрических и симпатрических рас и других внутривидовых форм с новыми приспособительными свойствами, вплоть до видообразования (Шмальгаузен, 1968; Майр, 1974; Завадский, Колчинский, 1977; Тимофеев-Ресовский и др., 1977; Шварц, 1980; Яблоков, 1987; Васильев, 2005).

Популяционная структура вида в ареале и специфика биоразнообразия каждой его популяции в ненарушенных экосистемах характеризуются высокой устойчивостью и инерционностью структуры эпигенетического ландшафта популяций. Однако при ослаблении регуляторных механизмов в экосистемах, что, как отмечено выше, весьма типично для агробиоценозов, резко ускоряются темпы и изменяется направленность микроэволюционных процессов формообразования в популяциях биотрофов. В таких условиях при усилении действия движущей формы естественного отбора микроэволюционные преобразования в популяциях видов, населяющих экосистему, приобретают вид "некогерентной эволюции". Скорость процессов формообразования у отдельных компонентов сообщества при этом возрастает на несколько порядков по сравнению с нормальными темпами "когерентной эволюции", протекающей в условиях ненарушенных равновесных экосистем при преобладании стабилизирующей формы отбора (Завадский, Колчинский, 1977; Жерихин, 1979, 2003; Ва-

сильев, 2005).

Ведущую роль в формировании быстрых репаративных адаптивных откликов сообществ и популяций доминантных видов на антропогенные трансформации среды выполняют эпигенетические процессы индивидуального развития (Васильев, 2005; Драгавцев, 2006). При этом ускоряются процессы изменения "адаптивной нормы" в эпигенетической системе популяций. По мнению авторов, в основе популяционных и ценологических трансформаций лежат фундаментальные онтогенетические явления, от которых зависит, как осуществляются процессы становления, формирования, поддержания и изменения природных популяций животных.

Наблюдаемые в настоящее время изменения популяционных характеристик гетеротрофов дают основание полагать, что условия большинства современных агробиоценозов и агроландшафтов способствуют ускорению процессов адаптогенеза в популяциях наиболее изменчивых доминантных видов консументов, составляющих основу сообществ, что нарушает структуру сообществ и приводит к изменению "адаптивной нормы" эпигенетической системы популяций. Как показано на примерах колорадского жука, хлопковой совки, вредной черепашки и др., это проявляется в ускоренном отборе их форм, адаптированных к тем или иным лимитирующим факторам среды. В результате этого местные популяции фитофагов в весьма короткие сроки (за несколько лет) утрачивают чувствительность, например, к отдельным иммуногенетическим барьерам ряда возделываемых устойчивых сортов и регулярно применяемым химическим и микробиологическим средствам защиты растений (Вилкова, Фасулати, 2001; Вилкова и др., 2002, 2003, 2005; Павлюшин и др., 2005, 2006). Так, популяции, резистентные к инсектоакарицидам основных классов, в мире выявлены уже более чем у 600 видов вредителей, в т.ч. у 43 видов в России (Сухорученко, 2005). В связи с этим при построении систем защиты растений возникает необходимость проведения биомониторинга за внутривидовой из-

менчивостью фитофагов как обязательного элемента.

Как отмечено выше, важное значение в детерминации дивергентных процессов в популяциях членистоногих вредителей имеют видовые и сортовые особенности возделываемых растений, выступающие в качестве лимитирующих факторов, то есть прежде всего - механизмы определенных иммуногенетических барьеров. Так, по мнению А.А.Жученко (2004), "каждый сорт, выступающий в качестве растения-хозяина, не только селекционирует и накапливает определенные расы, штаммы, генотипы, но одновременно является и фоном отбора, изменяя генетическую структуру популяции вредного вида". По нашим данным, направленность и темпы эволюционного адаптации биотрофов определяются преобладанием в растениях тех механизмов устойчивости, которые формируют специфическую онтогенетическую реактивности консументов.

Проведенные в ВИЗР исследования биоценологических функций иммунитета растений в разных типах агробиоценозов показали, что наибольшим формообразовательным давлением на популяции биотрофов, индуцирующим и ускоряющим процессы их адаптивной изменчивости и микроэволюции, обладают механизмы физиологического и оксидативного барьеров иммуногенетической системы растений (табл. 2), каковыми являются физиологически активные вещества (ФАВ) вторичного обмена и продукты их окисления, воздействующие избирательно на различные генотипические формы в популяциях фитофагов. И наоборот, в наименьшей степени формообразовательная реактивность выражена при воздействии на них механизмов таких конституциональных барьеров устойчивости растений, как атрептический, морфологический, ростовой, органогенетический, которые воздействуют неизбирательно на любые генотипы соответствующих видов фитофагов (табл. 2). При этом на темпы микроэволюционных процессов у фитофагов существенно влияют широта генетической основы устойчивости растений, а также особенности проявления генов

устойчивости в разных экологических условиях (Вилкова, Иващенко, 2000; Фасулати, Вилкова, 2000; Вилкова и др., 2001,2002,2003). В связи с этим вводимые в сельскохозяйственное производство устойчивые сорта растений, в т.ч. их трансгенные формы, являются важнейшим фактором, определяющим жизнеспособность и адаптационный потенциал всех компонентов агробиоценоза.

Реакции членистоногих на рассматриваемые нами факторы антропогенного воздействия можно подразделить на два типа (Вилкова, Иващенко, 2001). Оба типа реактивности имеют общие закономерности, характеризующиеся возбуждением и реализацией каскада реакций, последовательно проявляющихся на всех уровнях организации живого.

Реактивность первого типа у растительноядных членистоногих развивается при воздействии на агроэкосистемы антропогенных факторов, воздействующих в равной степени на все генотипические формы в популяциях фитофагов, и наиболее полно проявляется на организменном уровне. В этом случае обычно ни одна из генотипических форм фитофага не имеет селективных преимуществ перед другими, и в итоге происходит неизбежная элиминация численности фитофага без ускорения и изменения направленности микроэволюционных процессов в его популяции, то есть при сохранении ее существующей генотипической структуры.

Данный тип реакции консументов на антропогенное воздействие имеет в основном компенсаторно-приспособительный характер, и все динамические процессы в экосистеме осуществляются при сохранении структуры ценоза по принципу упомянутой выше когерентной эволюции, протекающей согласованно у всех компонентов сообщества. Важно отметить, что к факторам, вызывающим данный тип реактивности, относятся такие барьеры иммуногенетической системы растений-продуцентов, как морфологический, атрептический, органогенетический, ростовой и ингибиторный (табл. 2).



Таблица 2. Система иммуногенетических барьеров растений, ограничивающих их повреждение вредителями, и типы реакций отклика фитофагов на их воздействие (Вилкова, 1980, с дополнениями и уточнениями)

КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ вегетативных и репродуктивных органов		ИНДУЦИРОВАННЫЕ БАРЬЕРЫ вегетативных и репродуктивных органов	
Атрептический (различия в молекулярной структуре основных биополимеров пищи)	1	Некротический (отмирание клеточных комплексов тканей и органов)	1
Морфологический (различия в структуре тканей и органов)	1	Галлогенетический (формирование галлов)	1
Ростовой (различия процессов роста)	1	Тератогенетический (формирование терат)	1
Органогенетический (различия в процессах дифференциации)	1	Репарационный (процессы заместительного возобновления органов)	1
Физиологический (различия физиологических процессов и обмена веществ)	2	Оксидативный (процессы окисления продуктов обмена веществ)	2
Ингибиторный (наличие конституциональных белков-ингибиторов)	1	Ингибиторный (проявление ингибирующего эффекта у конституциональных соединений)	1
Типы реакций отклика фитофагов на воздействие механизмов барьеров:			
1 - преобладание модификационной адаптивности и стабилизирующей формы отбора (процессы микроэволюции замедлены);			
2 - преобладание формообразовательной адаптивности и движущей формы отбора (индукция, ускорение, изменение направленности процессов микроэволюции);			

Преобладание у растений механизмов названных иммуногенетических барьеров существенно сказывается на обеспечении фитофагов жизненно необходимыми веществами и энергией. При этом развивающиеся у фитофагов онтогенетические адаптации к трудногидролизуемой пище обычно недостаточны для обеспечения организма насекомых нутригенами, адекватными уровню функционирования их физиологических систем. В результате действие, например, механизмов атрептического и ингибиторного барьеров, проявляющееся в низкой атакуемости основных биополимеров кормовых растений (белков, углеводов, липидов) ферментами потребителей, приводит у фитофагов к понижению уровня обмена веществ, что сопровождается снижением активности ферментов аэробного и анаэробного обмена, повышением энергозатрат на пищедобывающую и пищеварительную деятельность, низким КПД усвоения пищи. Все это в целом характеризуется как синдром "неполного голодания" и вызывает снижение всего биоти-

ческого потенциала членистоногих. Так, у клопа вредной черепашки *E. integriceps* при питании на сортах пшеницы с низкой атакуемостью биополимеров зерновки гидролазами вредителя происходит снижение активности окислительно-восстановительных ферментов, наблюдается уменьшение содержания липидов, снижение массы тела насекомых и их плодовитости, повышение смертности.

Второй тип реактивности фитофагов проявляется в основном при воздействии на них физиологически активных веществ (ФАВ), в т.ч. таких, как пестициды, индукторы устойчивости растений и др. Сюда же следует отнести и устойчивые формы растений с преобладанием механизмов физиологического и оксидативного барьеров (табл. 2), то есть с повышенным содержанием вторичных метаболитов и продуктов их окисления, а также трансгенные растения с включением в их генетический аппарат токсинов разной природы. В этом случае каскад реакций отклика на всех уровнях организации биологических систем харак-

теризуется иными процессами. На уровне организма реактивность специфична, характеризуется резким дисбалансом в определенных ключевых этапах обменных процессов и переключением тех или иных путей метаболизма. При этом наблюдается искажение хода аэробного обмена, активизация анаэробного обмена, что проявляется в повышении активности таких ферментов, как каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза, монооксигеназа, эстераза. Такие процессы сопровождаются развитием стресс-реакций, о чем можно судить по уровню содержания в организме фитофага биогенных аминов, что показано на примере личинок колорадского жука, питающихся листьями устойчивых сортов картофеля с повышенным содержанием альфа-томатина (Вилкова, Иващенко, 2000; Вилкова и др., 2001). Это свидетельствует о включении механизмов детоксикации ФАВ, что повышает сопротивляемость выживших особей к их воздействию и формирует новый уровень нормы физиологических реакций.

В связи с тем, что всевозможные ФАВ действуют селективно на различные генотипы консументов, реакции фитофагов на их воздействие проявляются в основном на популяционном и биоценотическом уровнях и имеют характер микроэволюционных процессов (табл. 2). При этом происходит избирательная элиминация особей одних генотипов и выживание других, имеющих селективное преимущество. На биоценотическом уровне это ведет к перестройке структуры популяций консументов всех порядков, что часто обедняет видовое разнообразие агробиоценозов. Следствием этого является нарушение механизмов регуляции их стабильности. При этом следует учесть, что в условиях дезинтеграции биоценотических связей процессы формирования у консументов в агроэкосистемах принимают ярко выраженный характер некогерентной эволюции, которая, как отмечено выше, отличается высокими темпами, так как она не ограничена прессом надпопуляционных систем, а определяется почти исключительно по-

пуляционно-генетическими механизмами (Жерихин, 1979).

Соответственно, если при первом типе реактивности в агробиоценозах преобладает стабилизирующая форма отбора, сохраняющая исходный состав и генетическую структуру популяций консументов, то при втором типе реактивности в популяциях последних доминирует движущая форма отбора, меняющая их состав и структуру за счет накопления форм, наиболее приспособленных к новым, изменившимся условиям существования.

Еще более острая ситуация будет складываться при совместном экзогенном и эндогенном воздействии ФАВ на популяции гетеротрофов, то есть при возделывании форм растений с высоким содержанием ФАВ вторичного обмена в сочетании с их обработкой пестицидами или индукторами устойчивости в процессе вегетации растений. В подобных случаях микроэволюционные преобразования популяций фитофагов еще более ускорятся и приведут к появлению более агрессивных форм вредителей. Сходные явления будут иметь место и при возделывании трансгенных сортов растений, синтезирующих бактериальные эндотоксины - например, токсины ВТ-трансгенных сортов картофеля и хлопчатника, о чем в литературе уже имеются сведения (Tabashnik, 1994).

Таким образом, наиболее типичными и распространенными индукторами микроэволюционных процессов в популяциях фитофагов культурных растений являются в основном те факторы антропогенного воздействия на агробиоценозы, действующее начало которых имеет химическую природу. Это механизмы физиологического и оксидативного барьеров устойчивости растений-хозяев, то есть ФАВ вторичного обмена растений и продукты их окисления (табл. 2), а также инсектициды различных классов, в т.ч. микробиопрепараты на основе бактериальных токсинов, гормональные препараты и т.п. (Вилкова, Иващенко, 2000; Сухорученко и др., 2000; Вилкова, Фасулати, 2001; Вилкова и др., 2001,2002,2003).

Но при этом важно иметь в виду, что процессы приспособительной микроэволюции, независимо от факторов-индукторов, происходят в первую очередь и максимально ускорены у наиболее изменчивых видов насекомых, отличающихся широким спектром адаптационного полиморфизма генетической природы. Доказано, что чем более изменчив вид, тем шире и спектр его экологической пластичности, характеризующей широту того адаптивного и эволюционного потенциала вида, который может быть реализован посредством микроэволюционных преобразований структуры популяций

данного вида при изменениях условий его обитания (Шмальгаузен, 1968; Шварц, 1980; Яблоков, 1987; Васильев, 2005).

Очевидно, что это свойство, как было отмечено выше, не является уникальной особенностью наиболее "классического" примера такого рода - колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say, а вполне типично для большинства доминантных и всех супердоминантных видов консументов в сложившейся структуре агробиоценозов (Фасулати, 2007), включая и клопа вредную черепашку *Eurygaster integriceps* Put.

### Роль биологических инвазий в трансформации агроэкосистем

Одной из форм проявления эффекта трансформации экосистем под влиянием антропогенного пресса считают изменение ареалов видов растений и животных, принимающее в настоящее время глобальные масштабы. Рассматривая динамику ареалов насекомых под влиянием антропогенных факторов, К.Б.Городков (1998) выделяет 3 группы таких изменений.

1) Сокращение ареалов; вымирание многих видов вследствие исчезновения природных биогеоценозов в результате их прямого уничтожения. По мнению автора, в ближайшие 50-100 лет значительно сократятся ареалы большинства видов насекомых и 40-60% видов в конечном итоге вымрут.

2) Сохранение ареалов. К.Б.Городков считает, что к антропогенной среде адаптируется около 10% видов насекомых.

3) Расширение ареалов. К этой группе автор относит и вредителей сельскохозяйственных культур, и интродуцентов.

Проблема видов-вселенцев, расширяющих свои ареалы, за последние два десятилетия выдвинулась в число наиболее важных проблем охраны окружающей среды, которая по своей значимости и масштабам вызываемых изменений во многих случаях превосходит такие формы антропогенного воздействия, как органическое загрязнение (Голубков, 2004). Так, по материалам ЕОКЗР, за период с

1995 по 2004 год в 29 странах Европы зарегистрировано 8889 чужеродных (адвентивных) видов вредных организмов, переселившихся с других территорий). Среди выявленных адвентивных видов 75.9% составляют насекомые, из которых 30.7% - двукрылые (в т.ч. 66.7% - минирующие мухи), 30% - равнокрылые хоботные (из них 82.7% - белокрылки), 17.8% - жесткокрылые и 9.3% - чешуекрылые. Только в европейской части России зарегистрировано более 150 чужеродных видов среди свободно живущих беспозвоночных (Орлова, 2004).

Процессу территориального расселения видов, вызывающим его причинам, а также механизмам и экологическим последствием посвящено большое число фундаментальных работ (Иоганзен, 1963; Старобогатов, 1970; Карпевич, 1998; Ижевский, 2002; Алимов и др., 2004; Голубков, 2004). Территориальная экспансия видов (биологические инвазии) является, по мнению А.Ф.Алимова и др. (2004), главной составляющей процесса современной эволюции экосистем, приводящей к "гомогенизации биосферы", то есть к "великому переселению" из одного региона в другой видов, которых там ранее не было. Считается, что это широко распространенный естественный процесс, масштабы и интенсивность которого усиливает хозяйственная деятельность че-

ловека, вызывая в экосистемах массу нежелательных последствий экологического, экономического, а иногда и соци-

ального характера. Эти особенности и последствия воздействия видов-вселенцев на экосистемы обобщены в таблице 3.

Таблица 3. Последствия воздействий видов-вселенцев на экологические системы

Типы воздействий видов-вселенцев	Характеристика воздействия
Самовоспроизводимость	Воздействие "самовоспроизводится" неограниченно долго при сохранении условий для воспроизводства популяций вида-вселенца.
Самоусиление	Воздействие усиливается по мере развития популяций вида-вселенца.
Инвариантность	Масштабы вызываемых изменений не зависят от расстояния от места воздействия.
Многосторонность	Во многих случаях воздействия вида-вселенца затрагивают различные аспекты функционирования экосистем. Один и тот же вид в разных системах часто оказывает разные воздействия.
Непредсказуемость	Как правило, невозможно предсказать результат воздействия конкретной инвазии на конкретную экосистему.
Практическая неустранимость	Возникающие "отрицательные" воздействия видов-вселенцев практически неустранимы, так как существующие методы борьбы с последствиями "биологического загрязнения" экосистем малоэффективны.

По мнению многих исследователей, инвазийные или адвентивные виды относятся ко второй по значению (после разрушения мест обитания) угрозе биоразнообразию природных аборигенных экосистем, одной из угроз устойчивости биологических ресурсов и здоровью людей, а также могут приводить к серьезным экономическим потерям (Vitousek et al., 1996; Mack et al., 2000; Pimentel et al., 2000; Алимов и др., 2004; Голубков, 2004; Васильев, 2005).

Рассматривая подробно различные причины процесса современного интенсивного расселения видов, его стадии и последствия, А.Ф.Алимов с соавторами (2004) отмечают существенные различия между естественными и антропогенными изменениями их ареалов. Расселение, вызванное исключительно за счет естественных причин, происходит, по мнению авторов, сравнительно медленно, путем последовательного проникновения вида в новые местообитания, в то время как изменения ареалов, связанные прямо или косвенно с хозяйственной деятельностью человека, протекают более высокими темпами. При этом и на современном этапе естественный процесс расширения ареалов чаще всего является частью или продолжением антропогенно индуцированного процесса.

Расширение видовых ареалов осуществляется двумя основными путями - диффузно и скачкообразно. В случае диффузии скорость приращения площади ареала сравнительно невелика. Скачкообразный тип, осуществляемый преимущественно природными факторами (с течениями, ветрами и др.) или антропогенными путями (завоз с продукцией, торговля и др.), способствует быстрому освоению видом больших территорий. Одним из ярких примеров антропогенного заноса вида в агроэкосистемы является картофельная моль *Phthorimaea operculella* Zell., опасный карантинный вредитель картофеля, завезенный на юг России с посадочным материалом в 20-е гг. прошлого века и ныне широко распространенный в Краснодарском, Ставропольском краях и других регионах страны (Юсупов, 2006).

Согласно современным представлениям об основных закономерностях протекания биологических инвазий, освоение видом-вселенцем (или адвентивным видом) новых для него экосистем "реципиентов" - это процесс адаптацогенеза. Суть его заключается в последовательном преодолении адвентивным видом в зоне инвазии различных абиотических и биотических барьеров, в т.ч. и посредством микроэволюционных процес-

сов в его популяциях. Соответственно, вид поэтапно проходит нескольких стадий или фаз, обобщенно составляющих следующий ряд: "вселение - акклиматизация - натурализация - интеграция" (Алимов и др., 2004).

Отличительной особенностью зон инвазии многих адвентивных видов насекомых в первую фазу их адаптации к новым местам обитания является практическое отсутствие специализированных энтомофагов и энтомопатогенов и медленное привыкание к ним многоядных энтомофагов и патогенов. При этом в агроэкосистемах формируется неполная - редуцированная пищевая цепь, что при отсутствии устойчивых сортов растений-хозяев снижает эффективность биоэкологической регуляции. В случае благополучной натурализации адвентивного вида в зоне вселения создаются предпосылки для его массового размножения и роста численности. Позднее натурализовавшийся адвентивный вид включается (интегрируется) в трофические цепи экосистемы и во все связанные с ними пото-

ки вещества, энергии и обмена информации. Он, таким образом, становится постоянным компонентом консорциев биоценоза, где устанавливается подвижное равновесие его численности.

В настоящее время особое беспокойство у специалистов вызывает интенсивное расширение ареалов ряда доминантных видов членистоногих. В их числе такие серьезные вредители сельскохозяйственных культур, как отмеченные выше колорадский жук, хлопковая совка, картофельная моль, вредная черепашка, западный цветочный трипс, а также кукурузный жук *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, хлопковая белокрылка *Bemisia tabaci* Genn., гороховый листовой минер *Liriomyza huidobrensis* Blanch. и др. Для этих видов с широкой экологической пластичностью характерно ускоренное формирование широкого спектра экологических адаптаций к всевозможным изменениям абиотических и биотических факторов среды, включая антропогенные, и способность к активному внедрению в растительные сообщества зон инвазии.

### Заключение

Накопленные к настоящему времени сведения о динамических процессах в экосистемах всех типов свидетельствуют о глубокой структурно-функциональной трансформации экосистем в результате усиливающихся антропогенных воздействий. Исследования в области глобальной экологии, биоэкологии и агробиоэкологии, выполненные в последние десятилетия, подтверждают принципиальное сходство всех форм динамических процессов, протекающих в экосистемах различных типов в связи с экзогенными воздействиями, обусловленными в первую очередь хозяйственной деятельностью человека.

Антропогенные воздействия на биологические сообщества экосистем многогранны. Наряду с прямым уничтожением одних видов животных и растений или ухудшением их жизнедеятельности, они способствуют процветанию других видов. При этом нарушения структурной орга-

низации и функционирования экосистем резко изменяют их динамические качества, повышают как эволюционную, так и циклическую подвижность, снижают степень интегрированности и надежности систем (Холинг, 1982; Жерихин, 2003). Человеческое общество, по свидетельству К.М.Завадского и Э.И.Колчинского (1977), стало новым фактором эволюции, под влиянием которого все более интенсивно перестраиваются не только отдельные сообщества, но и вся биосфера в целом.

Однако в искусственных, рукотворных сообществах, каковыми являются агроэкосистемы, все проявления антропогенной трансформации структур и функций ценоза многократно ускорены и отличаются особой глубиной негативных последствий, поскольку такие сообщества отличаются ограниченной способностью к саморегуляции. В то же время методы анализа характера реактивности (отклика) крупных экосистем на антропогенные

воздействия остаются слабо разработанными, что затрудняет системный анализ экологических последствий этих воздействий на агробиоценозы.

Анализируя отклики разнообразных наземных и водных экосистем (как природных, так и искусственных) на всевозможные экзогенные воздействия, ведущие специалисты-экологи выделили 4 класса динамических явлений, характеризующих степень трансформации экосистем, которые резко усиливаются при экстремальных воздействиях на биологические сообщества антропогенных факторов (Камшилов, 1974; Будыко, 1974,1981; Завадский, Колчинский, 1977; Федоров, 1977; Жерихин, 1979,2003; Реймерс, 1983; Мамкаев, 1996; Алимов и др., 2004; Голубков, 2004; Емельянов, 2004; Васильев, 2005). К ним относятся: смена одних доминирующих в экосистемах видов консументов другими, сходными по экологическим и функциональным характеристикам ("дублирование"); биологические инвазии, приводящие к расширению ареалов адвентивных видов, что считается одной из важнейших угроз биоразнообразию и классифицируется как "биологическое загрязнение" экосистем; интенсификация адаптационеза в двух формах проявления реактивности – как в виде модификационной ненаследственной изменчивости, так и в виде преобразований генотипической структуры популяций, завершающихся формообразованием. Отмечается, что названные группы явлений, усилившиеся в последнее время, особенно отчетливо прослеживаются в условиях агробиоценозов. При этом наиболее выраженной реактивностью отличаются членистоногие обитатели агробиоценозов – в частности, массовые вредоносные виды фитофагов,

составляющие группу доминантов и супердоминантов. Биологические преимущества таких видов консументов в специфических, крайне непостоянных условиях агробиоценозов, как правило, связаны с их повышенной экологической пластичностью, обусловленной широким спектром адаптационного полиморфизма генетической природы. В связи с этим популяции доминантных видов, оказавшихся способными оптимально адаптироваться в искусственных или урбанизированных экосистемах с нарушенной экологией, особенно подвержены антропогенным воздействиям. При этом большинство подобных видов полиморфны по признакам внешней морфологии особей, и вызванные внешними воздействиями процессы диверсификации в их популяциях легко выявляются и прослеживаются методами феноетики – по изменению частот встречаемости дискретных неметрических признаков (фенов) и их композиций (морф или морфотипов).

Приведенные выше материалы указывают на существенные изменения, происходящие в настоящее время в структурно-функциональной организации агроэкосистем, требующие организации биомониторинга за их состоянием в связи с возможными и неконтролируемыми перестройками биоты, которые, по-видимому, будут протекать в форме неогерентной эволюции на фоне все усиливающегося антропогенного пресса.

В целом приведенные в данной публикации материалы свидетельствуют о необходимости проведения регулярного фитосанитарного мониторинга экологических последствий возрастающего антропогенного воздействия на агроэкосистемы как обязательного элемента современных технологий растениеводства.

#### Литература

Абакумов В.А. Иерархичность организации биосферы. /Методологические аспекты исследований биосферы. М, 1975, с.159-168.

Автаева Т.А. Влияние нефтяного загрязнения на экологическую структуру карабидокомплексов (Coleoptera, Carabidae) залежных участков города Грозного. /Проблемы и перспективы общей энтомологии. Тез. докл. XIII съезда РЭО, 2007, с.4-5.

Алимов А.Ф. и др. (колл. авторов) Биологиче-

ские инвазии в водных и наземных экосистемах. М.- СПб, Т-во научных изданий КМК, 2004, 436 с.

Анцупова Т.Е., Худoley Ю.С. К биологии *Psillodes chrysocephata* L. (Coleoptera, Chrysomidae) в агроценозе озимого рапса в условиях предгорной зоны Краснодарского края. /Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Тез. докл. XIII съезда РЭО, Краснодар, 2007, с.12-13.

Арнольди К.В. О некоторых закономерностях сложения энтомокомплексов биоценозов при степном лесоразведении. /Зоол. журн., 30 4, 1951, с.289-292.

Арнольди К.В. К выяснению зональных закономерностей образования новых группировок насекомых и заселения лесопосадок ксерофильными видами при лесном лесоразведении. /Зоол. журн., 31, 3, 1952, с.329-346.

Арнольди К.В. О лесостепных источниках и характере проникновения в степь лесных насекомых при степном лесоразведении. / Зоол. журн., 32, 2, 1953, с.175-194.

Арнольди К.В., Арнольди Л.В. О биоценозе как одном из основных понятий экологии, его структуре и объеме. /Зоологический журнал, 42, 2, 1963, с.161-183.

Асъякин Б.П., Иванова О.В. Управление развитием фитофагов в системе триотрофа (на примере агроценоза капусты). /Агро XXI, 12, 1999, с.16-17.

Бей-Биенко Г.Я. Определитель личинок главнейших западно-сибирских саранчевых. /Труды Сиб. инст. с.-х. лесов, 9, 1928, с.153-198.

Бей-Биенко Г.Я. О районировании сельскохозяйственных культур по комплексам вредителей (на примере биоценоза пшеничного поля). /Записки ЛСХИ, нов. изд., 3, 1939, с.123-134.

Бей-Биенко Г.Я. Значение систематики и фаунистики в развитии биологического метода борьбы с вредителями. /Тез. докл. совещ. по проблемам биологического метода борьбы с вредителями. Л.-М., 1957, с.3-6.

Бей-Биенко Г.Я. О некоторых закономерностях изменения фауны беспозвоночных при освоении целинной степи. /Энтомол. обзор., 39, 1, 1961, с.5-33.

Бей-Биенко Г.Я. Советская энтомология за 50 лет (1917-1967). /Энтомол. обзор., 46, 3, 1967, с.505-550.

Бей-Биенко Г.Я., Григорьева Г.П., Четыркина И.А. Характеристика наземной и почвенной фауны в биоценозах Оренбургской степи. /Итоги н.-и. работ ВИЗР за 1935 г. Л., 1936, с.78-85.

Будыко М.И. Изменения климата. Л., 1974, 280 с.

Будыко М.И. Глобальная экология. М., Мысль, 1977, с.1-325.

Будыко М.И. Эволюция биосферы. Л., Гидрометеоиздат, 1981, 487 с.

Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекционным заболеваниям. /Изв. Петровской с.-х. академии, 1-4, 1, 1919, с.1-240.

Вавилов Н.И. Избранные сочинения. /М., 1966, 559 с.

Васильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии. Екатеринбург, Изд. Академкнига, 2005, 640 с.

Васильев А.Г., Васильева И.А. Эпигенетические перестройки популяций как вероятностный механизм наступления биоценогического кризиса. /Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского. Серия биология. Материалы VIII Всероссийского семинара "Популяции в пространстве и времени" (11-15 апреля 2005 г.), 1, 2005, с.27-38.

Великань В.С., Иванова Г.П. Современное состояние комплекса фитофагов в экосистемах овощных и цветочных культур в теплицах Северо-Запада. /Второй Всероссийский съезд по защите растений. Фитосанитарное оздоровление экосистем

(Материалы съезда и симпозиума по резистентности), 2005, с.17-19.

Викторов Г.А. К вопросу о причинах массовых размножений насекомых. /Зоол. журн., 34, 2, 1955, с.259-266.

Викторов Г.А. Биоценоз и вопросы численности насекомых. /Журнал общей биологии, 21, 6, 1960, с.401-410.

Вилкова Н.А. Физиологические основы теории устойчивости растений к насекомым. Автореф. докт. дисс., Л., 1980, 48 с.

Вилкова Н.А., Иващенко Л.С. Механизмы устойчивости пасленовых культур к вредителям и их функциональное значение в регуляции жизнедеятельности колорадского жука. /Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., Центр "Биоинженерия" РАН, 1, 2000, с.25-35.

Вилкова Н.А., Иващенко Л.С. Иммуниет растений к вредителям и его роль в биорегуляции агроэкосистем. /Труды РЭО, 72, 2001, с.74-75.

Вилкова Н.А., Фасулати С.Р., Кандыбин Н.В., Коваль А.Г. Биоэкологические факторы экспансии колорадского жука. /Защита и карантин растений, 1, 2001, с.19-23.

Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р. Устойчивые сорта и средства защиты растений как индукторы микроэволюционных процессов у насекомых-фитофагов. /Информ. бюлл. ВПРС МОББ, 32, 2002, с.194-204.

Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р., Иващенко Л.С., Васильева Т.И., Иванова Г.П., Дорохов Д.Б. /Методы оценки влияния трансгенных сортов картофеля на жизнедеятельность и микроэволюционные преобразования колорадского жука. Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов. М.-СПб, 2002, с.52-62.

Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р. Антропогенные факторы микроэволюции насекомых-фитофагов в агробиоценозах, включая трансгенные сорта картофеля. /Трансгенные растения - новое направление в биологической защите растений. Мат. Межд. научно-практ. конф. Краснодар, 2003, с.170-179.

Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р. Стратегия защиты сельскохозяйственных растений от адвентивных видов насекомых-фитофагов на примере колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). /Вестник защиты растений. СПб, 3, 2005, с.3-15.

Вилкова Н.А., Фасулати С.Р. Изменчивость и адаптивная микроэволюция насекомых-фитофагов в агробиоценозах в связи с иммуногенетическими свойствами кормовых растений. /Труды РЭО, СПб, Наука, 72, 2001, с.107-129.

Вилкова Н.А., Шапиро И.Д., Фролов А.Н. Направленность микроэволюционных процессов у фитофагов и их связь с научно-техническим прогрессом. /Труды Всес. н.-и. инст. защ. раст. Вопросы экологической физиологии насекомых и проблемы защиты растений. Л., 1979, с.18-24.

Вишневский А.Г. Демографическая революция. /Вопросы философии, 2, 1973, с.53-64.

Вошедский Н.Н., Махоткин А.Г. Злаковые мухи в Ростовской области. /Защита и карантин расте-

ний, 1, 2002, с.32-33.

Гиляров М.С. Некоторые основные положения экологии (применительно к наземным беспозвоночным). /Докл. Пятой Всес. эколог. конф. Современные проблемы экологии. М., МГУ, 1963, с.3-8.

Гирусов Э.В. Экологическое сознание как условие оптимизации взаимодействия общества и природы. /Философские проблемы глобальной экологии. Наука, 1983, с.105-120.

Голубков С.М. Влияние чужеродных видов на функционирование водных экосистем. /Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.-СПб, Т-во научных изданий КМК, 2004, с.243-253.

Городков К.Б. Динамика ареалов насекомых под антропогенным воздействием. Проблемы энтомологии в России. /Сб. научных трудов РЭО, СПб, 1, 1998, с.93-94.

Драгавцев В.А. Молекулярный, онтогенетический, популяционный и фитоценотический уровни эколого-генетической организации хозяйственно-ценных признаков растений. /С.-х. биология, 1, 2006, с.115-123.

Дылис Н.В. Структурно-функциональная организация биогеоценологических систем и ее изучение. /Программа и методика биогеоценологических исследований. М., 1974, с.14-23.

Емельянов А.Ф. Эволюция наземной биоты в свете биогеографии. Фундаментальные зоологические исследования. Теория и методы. М., СПб, Т-во научных изданий КМК, 2004, с.216-242.

Жерихин В.В. Использование палеонтологических данных в экологическом прогнозировании. /Экологическое прогнозирование. М., Наука, 1979, с.113-131.

Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. /М., Т-во научных изданий КМК, 2003, 542 с.

Жуковский П.М. Культурные растения и их родичи. /Л., Колос, 1971, 751 с.

Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинев, 1988, 767 с.

Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агроферры (теория и практика). М., ООО Агрорус, 1, 2004, 690 с; 2, 2004, 466 с.

Завадский К.М., Колчинский Э.И. Эволюция эволюции. Л., Наука, 1977, 236 с.

Ижевский С.С. Проникновение чужеземных растительноядных насекомых на территорию России. /Защита и карантин растений, 1, 2002, с.28-29.

Йоганзен Б.Г. Научные основы акклиматизации животных. Акклиматизация животных в СССР. /Материалы конф. по акклиматизации животных в СССР (10-15 мая 1963, г. Фрунзе). Алма-Ата, АН Каз.ССР, 1963, с.9-19.

Камшилов М.М. Преобразование информации в ходе эволюции. М., 1974, 64 с.

Каревич А.Ф. Акклиматизация гидробионтов и научные основы аквакультуры. Памятники исторической мысли. М., ВНИИРО, 2, 1998, 870 с.

Красилов В.А. Филогения и систематика. /Проблемы филогении и систематики. Материалы симпозиума. Владивосток, 1969, с.12-30.

Красилов В.А. Нерешенные проблемы теории эволюции. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1986, 140 с.

Кожанчиков И.В. Значение возрастных изменений листьев дуба в питании и росте гусениц дубового шелкопряда. /Культура дубового шелкопряда в СССР. М., Изд. Сельхозгиз, 1948, с.113-123.

Кожанчиков И.В. Пищевая специализация и значение ее в жизни насекомых. /Энтомо. обзор., 31, 3-4, 1951, с.323-335.

Кожанчиков И.В. Биологические особенности европейских видов рода *Galerucella* и условия образования биологических форм у *Galerucella rineola* F. /Труды Зоол. инст. АН СССР, 24, 1958, с.271-322.

Ляпунов А.А. О рассмотрении биологии с позиций изучения живой природы как большой системы. /Пробл. методологии системного исследования. М., 1970, с.184-226.

Майр Э. Популяции, виды и эволюция. /М., Мир, 1974, 460 с.

Мамкаев Ю.В. Морфологические принципы систематизации биоразнообразия. /Журн. общ. биол., 57, 2, 1996, с.40-51.

Махоткин А.Г. Особенности распространения и причины подьема численности мух рода *Phorbia* (Diptera, Anthomyiidae) на озимой пшенице. /Вестник защиты растений, 3, 2000, с.46-34.

Медведев С.И. Пластинчатоусые (Scarabaeidae). Подсем. Rutelinae (хлебные жуки и близкие группы). Фауна СССР. Жесткокрылые. /М.-Л., АН СССР, X, 3, 1949, 371 с.

Наумов Н.П. Экология животных. /М., 1955, 534 с.

Наумов Н.П. Экология животных (изд. 2-е). Учеб. пособие для государственных университетов СССР. М., Высшая школа, 1963, 618 с.

Новожилов К.В. Фитосанитарная оптимизация растениеводства. /Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. трудов Всерос. съезда по защите растений. СПб, 1997, с.35-46.

Новожилов К.В., Вилкова Н.А. Эколого-биоценологическая концепция защиты растений в адаптивном земледелии. /Сельскохозяйств. биология, 5, 1993, с.54-62.

Овсянникова Е.И., Гричанов И.Я. Анализ результатов картирования зон вредоносности вредных чешуекрылых насекомых. /Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Тез. докл. XIII съезда РЭО. Краснодар, 2007, с.150-151.

Олейников Ю.В. Некоторые особенности воздействия общества на природную среду в условиях НТР. /Философские проблемы глобальной экологии. Наука, 1983, с.278-287.

Орлова В.Ф. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М., Товарищество научных изданий КМК, 2004, 436 с.

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

Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Фасулати С.Р., Нефедова Л.И., Сухорученко Г.И. Адаптивные процессы у адвентивных видов фитофагов в условиях агробиоценозов. /Материалы 2 съезда по защите растений, 2, 2005, с.547-550.

Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р. Индуцированный иммунитет и



трансгенные растения в решении проблем оптимизации функционирования агроэкосистем. /Индукцированный иммунитет сельскохозяйственных культур - важное направление в защите растений. Материалы Всерос. научно-практической конф., 2006, с.22-25.

Пикушова Э.А., Роженцова О.В., Хомицкая Л.Н. Мониторинг насекомых-фитофагов в агроценозе озимой пшеницы в Краснодарском крае. /Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Тез. докл. XIII съезда РЭО. Краснодар, 2007, с.165-166.

Поляков И.Я. Основные предпосылки теории защиты растений от вредителей. /Энтомолог. обозрение, 47, 2, 1968, с.343-361.

Поляков И.Я. Методы управления агроэкосистемами в защите растений и принципы их разработки. /Обзорная информация. М., 1976, 64 с.

Рафес П.М. Массовые размножения вредных насекомых как особые случаи круговорота веществ и энергии в лесном биогеоценозе. /Сб.: Защита лесов от вредных насекомых. М., Наука, 1964, с.3-57.

Реймерс Н.Ф. Системные основы природопользования. /Философские проблемы глобальной экологии. Наука, 1983, с.121-161.

Рубцов И.А. Коэффициент вредности пшеничного трипса (*Trialeurodes tritici* Kurd.). /Защита растений, 1, 1935, с.41-46.

Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры (на заре земледелия). /Л., Колос, 1969, 480 с.

Старобогатов Я.И. Системный подход и экология. /Сб.: Системные исследования (ежегодник), М., Наука, 1970, с.114-131.

Столяров М.В. Современная ситуация со стадными саранчовыми (*Orthoptera, Acrididae*) на юге России. /Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Тез. докл. XIII съезда РЭО. Краснодар, 2007, с.201-202.

Сторчевая Е.М. Состояние резистентности яблонного ржавого клеща к инсектоакарицидам в Краснодарском крае и пути ее преодоления. /Второй Всероссийский съезд по защите растений. Фитосанитарное оздоровление экосистем (Материалы съезда и симпозиума по резистентности). 2005, с.58-60.

Сукачев В.Н. Основные понятия о биогеоценозах и общее направление их изучения. /Программа и методика биогеоценологических исследований. М., Наука, 1974, с.5-13.

Сухорученко Г.И. Положение с резистентностью вредных видов в растениеводстве России в начале XXI века. /Фитосанитарное оздоровление экосистем. Симпозиум "Резистентность вредных организмов к пестицидам". Мат. 2-го Всерос. съезда по защите растений. СПб, 2005, с.61-66.

Сухорученко Г.И., Долженко В.И., Васильева Т.И., Иванов С.Г., Зверев А.А. Проблема резистентности колорадского жука к современным инсектицидам. /Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., Наука, 2000, с.93-99.

Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблочкин А.В. Краткий очерк теории эволюции. М., Наука, 1977, 407 с.

Тишлер В. Сельскохозяйственная экология. М., Колос, 1971, 465 с.

Трусов Ю.П. О предмете и основных идеях экологии. /Философские проблемы глобальной экологии. Наука, 1983, с.79-92.

Уатт К. Экология и управление природными ресурсами. М., Мир, 1971, 463 с.

Уголев А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций: Элементы современного функционализма. Л., Наука, 1985, 544 с.

Фадеев Ю.Н., Новожилов К.В., Вайку Т. Принципы интегрированной защиты растений. /Интегрированная защита растений. М., Колос, 1981, с.19-49.

Фадеев Ю.Н., Новожилов К.В. Теоретические основы и практическое использование принципов интегрированной защиты растений. /Научные основы защиты растений. М., Колос, 1984, с.6-34.

Фасулати С.Р. Микроэволюционные аспекты воздействия сортов картофеля на структуру популяций колорадского жука. /Труды ВИЗР, Л., 1988, с.71-84.

Фасулати С.Р. Колорадский жук: 150 лет на картофеле, 50 лет в России. /Сб. трудов СПГАУ "Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования", 1, СПб, 2007, с.171-176.

Фасулати С.Р., Вилкова Н.А. Адаптивная микроэволюция колорадского жука и его внутривидовая структура в современном ареале. /Генетическая инженерия и экология. М., Центр "Биоинженерия" РАН, 1, 2000, с.19-25.

Федоренко Н.И., Реймерс Н.Ф. Экология и экономика - эволюция взаимоотношений. От "экономики природы" до "большой" экологии. /Философские проблемы глобальной экологии. Наука, 1983, с.230-277.

Федоров Е.К. Экологический кризис и социальный прогресс. /Л., Гидрометеоздат, 1977, 176 с.

Филиппев И.Н. Некоторые закономерности распространения и размножения массовых вредителей. /Новейшие достижения и перспективы в области агрономии. Л., Гос. инст. агр., 1929, 24 с.

Филиппченко Ю.А. Эволюционная идея в биологии. М., Биомедгиз, 1926, 242 с.

Холинг К.С. Экологические системы. Адаптивная оценка и управление. Мир, 1982, 396 с.

Шапиро И.Д. Некоторые новые аспекты биологии шведской мухи в связи с продвижением кукурузы в северные районы возделывания. М., 1958, 12 с.

Шапиро И.Д. Биологические основы построения систем мероприятий по защите кукурузы от шведской мухи. Автореф. докт. дисс., Л., ВИЗР, 1964, 46 с.

Шапиро И.Д. Проблема численности насекомых и селекция сельскохозяйственных культур. /Журн. общ. биол., 27, 6, 1966, с.423-435.

Шапиро И.Д. Вопросы управления численностью вредных членистоногих в современных условиях научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. /Труды Всес. н.-и. инст. защ. раст., Л., 48, 1976, с.5-13.

Шапиро И.Д. Иммуниет полевых культур к насекомым и клещам. Л., ЗИН АН СССР, 1985, 321 с.

Шапиро И.Д. Экологические основы защиты растений от вредителей при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии на примере зерновых и зернобобовых культур. Л., ЛСХИ, 1988, 73 с.

Шапиро И.Д., Вилкова Н.А. О природе иммунитета растений к вредителям. /С.-х. биология, 7, 6, 1972, с.846-862.

Шапиро И.Д., Вилкова Н.А. Устойчивые к вредителям сорта сельскохозяйственных культур - важнейший фактор оздоровления фитосанитарной обстановки в агробиоценозах. /С.-х. биология, 3, 1989, с.98-103.

Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Новожилов К.В., Воронин К.Е., Шапиро В.А. Эколого-физиологические основы триотрофа и стратегия защиты растений. /Труды ВИЗР. Вопросы экологической физиологии насекомых и проблемы защиты растений. Л., 1979, с.5-17.

Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Воронин К.Е. Интегрированная защита зерновых культур от вредных насекомых. /Интегрированная защита зерновых культур. М., Колос, 1981, с.4-28.

Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М., Наука, 1980, 278 с.

Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса. М.-Л., АН СССР, 1940, 231 с.

Шмальгаузен И.И. Регуляция формообразования в индивидуальном развитии. М., АН СССР, 1964, 112 с.

Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы

биологии. Новосибирск, Наука, Сиб. отд., 1968, 228 с.

Элтон Ч.С. Экология нашествия животных и растений. М., Ин. лит., 1960, 230 с.

Юсупов Т.М. Факторы устойчивости картофеля к картофельной моли (*Phthorimae operculella* Ztl.). Автореф. канд. дисс., 2006, 19 с.

Яблоков А.В. Популяционная биология: Учеб. пос. для биол. спец. вузов. М., Высшая школа, 1987, 303 с.

Яблоков-Хнзорян С.М. Экосистема и эволюция. /Ж. общ. биологии, 33, 6, 1972, с.725-732.

Mack R.N., Simberloff D., Lonsdale W.M., Ewans H., Clout M., Bazzaz F.A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. /Ecol. Appl., 10, 2000, p. 689-710.

Pimentel D., Lach L., Zuniga R., Morrison D. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. /Bioscience, 53, 1, 2000, p. 53-66.

Tabashnik B.E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. /Annual Rev. Entomol. - Palo Alto (Calif.), 39, 1994, p.47-79.

Vitousek P.M., D'Antonio C.M., Loope L.L., Rejmanek M., Westbrooks R. Introduced species: A significant component of human - caused global change. N. Z. /J. Ecology, 21, 1997, p.1-16.

#### PHYTOSANITARY CONSEQUENCES OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL ECOSYSTEMS

V.A.Pavlyushin, N.A.Vilkova, G.I.Sukhoruchenko, S.R.Fasulati, L.I.Nefedova

The paper describes basic research of dynamic processes in ecosystems confirming severe structure functional transformation of agricultural ecosystems as a consequence of growing anthropogenic stress. Consideration environmental consequences of human economical activity (pesticides and cultivars) and analysis of agricultural ecosystem response to anthropogenic impact are among the most important questions, as well as the study of biological invasion influence on the agricultural ecosystem transformation. Arthropods have the most evident responsiveness, including mass phytophage pest species belonging to dominants and super-dominants. The materials presented in the paper testify to necessity of phytosanitary monitoring of arthropod species and intraspecific form biodiversity in agricultural ecosystems.

УДК 632.91:631.95

**К ВОПРОСУ О ФИТОСАНИТАРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ****В.Г. Иващенко***Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Рассмотрены направления и некоторые возможности стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем на основе традиционных подходов, представленных как три последовательно решаемых этапа. Обосновано рассмотрение феномена паразитизма через эволюционные стратегии растений-хозяев - их продуктивность и адаптивность. Обсуждены различные точки зрения на проблему саморегуляции паразитарных систем.

Исключительная важность повышения экологической стабильности агроэкосистем на основе оптимального агроклиматического районирования и возделывания устойчивых сортов предполагает определение возможностей саморегуляции их роста и развития, в т.ч. при развитии патологий различной природы. В силу сложности проблемы и необходимости поиска оптимальных междисциплинарных подходов к ее решению она широко освещается в печати. Анализируются истоки проблемы, обсуждаются пути решения и приоритетность разработок.

В опубликованных в первом номере журнала "Вестник защиты растений" за 2006 г. статьях освещены особенности и основные причины фитосанитарной дестабилизации сельскохозяйственных угодий (Павлюшин, Танский, 2006), а также влияние саморегуляции агроэкосистем полевых культур на эффективность агротехнических мер защиты растений (Танский, 2006). В 1, 2, 3 и 4 номерах этого журнала за 2007 год изложены нетрадиционные взгляды группы авторов на мониторинг и характеристику фитосанитарной обстановки с позиции концепции саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистемах (Зубков, 2007, 2007а; Жуков, Зубков, 2007; Шпанев и др., 2007), где описаны сущностные характеристики фитоценологического, эпифитотического и эпифитофагического процессов, механизмы их самоорганизации и регуляции. Общим принципом разработки и реализации фитосанитарных технологий посвящена статья М.С.Соколова с соавторами (Вестник защиты рас-

тений, 2, 2007), в которой рассмотрены концептуальные, экологические, агротехнические и социально-экономические аспекты обоснования, разработки и освоения современных интенсивных фитосанитарных технологий.

Относительно интерпретации основных положений, приведенных в статье М.С.Соколова с соавторами (2007), выступила Н.Г.Власенко (2008) - один из авторов разработанного методического пособия "Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области" (Кирюшин и др., 2002), а также "Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий" (2005). Излагая свое мнение, Н.Г.Власенко считает, что "обобщаются (с учетом собственного мнения авторов) фундаментальные разработки большой группы ученых, представляющих различные научные центры страны", давших обоснование новой технологической политики в агропромышленном комплексе России и ее реализации на базе адаптивно-ландшафтных систем земледелия. В рукописи статьи "К вопросу об агротехнологиях вообще и фитосанитарных технологиях в частности" Н.Г.Власенко отмечает, что "стремление авторов, во что бы то ни стало, включиться в процесс создания технологий, актуальность внедрения которых раскрыта в первом разделе статьи, обусловило появление так называемых фитосанитарных технологий возделывания сельскохозяйственных культур".

Важность затрагиваемых Н.Г.Власенко вопросов и целесообразность выстраивания

приоритетов в соответствии с фундаментальностью разработок различных научных центров страны позволяют нам сделать некоторые уточнения. В статье М.С.Соколова с соавторами (2007) основной акцент делается на проблеме фитосанитарии, в отличие от проблемы интродукции, решаемой ранее (в 1980-е гг.) на основе химического метода.

В термине фитосанитарные технологии сведены воедино цель и сущность подхода, направленного на изучение взаимоотношений в паразитарных системах, поиска путей снижения численности вредных видов и наносимого ими ущерба в русле стратегии фитосанитарной оптимизации растениеводства, разработанной ранее в ВИЗР и представленной на 1-м Всероссийском съезде по защите растений. Разработчики стратегии фитосанитарной оптимизации растениеводства в условиях реформы АПК в России, в частности, отмечают: "разработка и реализация стратегии фитосанитарной оптимизации растениеводства, четко связанная с определением фитосанитарных принципов конструирования саморегулирующихся агроэкосистем и агроландшафтов, способных к долгосрочному сдерживанию численности вредных организмов на хозяйственно неощутимом уровне на крупных сельскохозяйственных территориях без интенсивного применения пестицидов, может быть достигнута только в рамках общегосударственной комплексной научно-производственной программы с участием растениеводов, земледелов и экологов широкого профиля. В основу такой программы должны быть заложены принципы агроклиматического и агроэкологического районирования территорий по комплексам сельскохозяйственных растений, вредных и полезных организмов, внутрихозяйственного землеустройства и конструирования севооборотов и ландшафтных агроэкосистем с целевой фитосанитарной задачей" (Новожилов и др., 1995а).

Стратегия фитосанитарной оптимизации растениеводства, интегрирующая опыт использования и анализ эффективности интегрированной защиты расте-

ний, включает методы агротехнической профилактики, иммунные к вредным организмам сорта, приемы сохранения, активизации деятельности полезных организмов, регулирующих динамику популяций вредителей, фитопатогенов и сорняков, активных мероприятий подавления вредоносности организмов (биологические, химические средства и использование веществ, управляющих развитием вредных видов) на основе детального анализа агробиоценозов и объективной оценки развития вредителей и уровней экономического ущерба (Фадеев, Новожилов, 1984).

Выделение из интегрирующего понятия "агротехнология" фитосанитарных технологий (как ее части), отражающей трофические связи растений с вредной биотой, в отличие от трофических связей растений со средой обитания, включающих отношение к агроклиматическим, почвенным и другим условиям, на наш взгляд, рассматривается в рамках классического треугольника болезни (патоген - растение - среда), но отражает в большей мере проблему экологизации защитных мероприятий. То, что в экстенсивных технологиях было представлено фрагментарно, в фитосанитарных технологиях получило наибольшее воплощение и заняло больший удельный вес. Это обусловлено и тем, что вредная биота - наиболее динамичная составляющая агроценозов, требует постоянного контроля численности, особенно в период формирования репродуктивных органов, когда их объем уже в значительной мере нормирован генотипом сорта и условиями предшествующего роста и развития растений. От этого цели агротехнологий не изменились, возросла лишь их фитосанитарная направленность и насыщение приемами малоопасными или экологически безопасными.

Два затрагиваемых Н.Г.Власенко вопроса касаются биоценотической сущности биометода и его места в интегрированной защите растений: что такое "экологически обустроенный агроландшафт?" и как этот экологически обустроенный агроландшафт обеспечивает оптимиза-

цию фитосанитарной ситуации. Ответ на первый вопрос был ранее сформулирован А.А.Жученко (1988, с.362-363): "хотя регуляторная роль техногенных факторов (удобрений, пестицидов, орошения и др.) во многих аспектах остается неизученной, главный смысл их применения состоит в усилении фотосинтезирующей производительности агроценозов, в т.ч. за счет поддержания в них экологического равновесия. Однако эти условия удается выполнить только в том случае, если агротехнический комплекс в масштабе всей агроэкосистемы обеспечивает специфичные для каждой культуры синхронизацию наибольшей эффективности функционирования фотосинтезирующей поверхности с наиболее благоприятными погодными условиями, избежание действия стрессовых факторов, активизацию или, по крайней мере, сохранение всех

традиционно "работающих" на урожай биологических компонентов (полезной энтомо- и орнитофауны, почвенной микрофлоры и т.д."). Раскрывая и развивая биоценотическую компоненту в вышеприведенной формулировке, К.В.Новожилов, К.Е.Воронин и В.А.Павлюшин отмечают: "управление биоценотическим процессом в агроэкосистемах заключается в ослаблении биоценологических связей вредных видов насекомых с культурными растениями и усилении трофических связей энтомофагов с такими же вредными видами, что обеспечивает в итоге относительное биоценотическое равновесие, удовлетворяющее фитосанитарным требованиям" (Новожилов и др., 1995б, с.512-513).

Такова, вкратце, предыстория определения "так называемых фитосанитарных технологий растениеводства" (цит. по: Власенко, 2008).

### **К вопросу о саморегуляции паразитарных систем**

Второй номер журнала "Вестник защиты растений" за 2007 г. открывается статьей А.Ф.Зубкова "Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме", включающая в т.ч. один из гетеротрофо-деструкционных процессов - эпифитотический, рассматривая который автор полемизирует с В.А.Чулкиной, изложившей свое видение проблемы в книге "Биологические основы эпифитотиологии" (1991), а также в других работах (Чулкина, 1998; Чулкина и др., 2000). Продолжая начатое А.Ф.Зубковым (2002) обсуждение роли эпифитотиологии в защите растений, нам представляется недостаточно аргументированным утверждение В.А.Чулкиной (1991) о том, что "эпифитотиология использует иной подход к изучению биологических систем, иную методологию". При этом она сводит задачи инфекционной патологии лишь к изучению реакций клеток, органов и растения в целом на внедрение возбудителя, а эпифитотиологии - к изучению особенностей жизненного цикла (локализацию их в органах и клетках растений, длительность латентного периода, интенсивность споруляции), разделяя, как нам представляется,

причины и следствия. В сущности, длительность латентного периода и интенсивность споруляции и определяются реакцией клеток, органов и растения в целом на внедрение возбудителя.

Отечественные и зарубежные патологи растений рассматривали и продолжают рассматривать эпифитотиологию как количественную фитопатологию, акцентирующую основное внимание на изучении процессов распространения болезней, скорости их нарастания и продолжительности функционирования.

Отстаивая свою точку зрения на роль и сущность эпифитотиологии как экологической науки, В.А.Чулкина (1991, с.8) пишет: "в настоящее время многие фитопатологи не считают целесообразным вычленение закономерностей, присущих разным уровням взаимодействия возбудителя и растения-хозяина на том основании, что в природе все взаимосвязано, а поэтому важна интеграция, а не дифференциация рассматриваемых процессов". Полемизируя с оппонентами, автор отмечает: "однако с этим нельзя согласиться, так как отмеченный ранее экологический принцип функциональной инте-

грации не только не отрицает, но и предусматривает системный подход к использованию информации по функционированию систем нижележащего уровня и более высокого". Вероятно, В.А.Чулкиной близка позиция экологов (Одум, 1986; Уайт, 1980) считающих, что "новая наука - экология - стремится к синтезу, а не к разделению. По-видимому, возрождение холистического подхода, по крайней мере, частично связано с неприязнью общества к ученому - узкому специалисту, который не может переключиться на решение крупномасштабных проблем, требующих неотложного рассмотрения".

Если говорить об экологии как о науке, рассматривающей устройство многоуровневых систем в природе, обществе и об их взаимодействии, где междисциплинарный объект объединяется идеей системного подхода, и, как отмечает редактор перевода книги Ю.Одума "Экология" В.Е.Соколов, эти уровни организации не исследуются (даются готовыми), "то приходится констатировать, что в данном случае системный подход - это предвзятый подход. Более того, этот подход претендует на описание общих законов развития природы и общества, с чем согласиться нельзя".

Анализ взаимоотношений организмов между собой и окружающей средой и сам предмет этой науки не отличаются новизной. Еще М.Уорд (1890) отмечал, "что патология растений очень сложна и состоит в изучении жизненного пути микроорганизма, с одной стороны, в установлении его связей с растением (биология которого предполагалась хорошо изученной), на котором происходит этот жизненный путь, с другой стороны, и все это в условиях окружающей среды, влияющей на инфекционный процесс". По сути дела М.Уорд (1890) в конце XIX века уже сформулировал структурно-треугольник болезни, вошедший в фитопатологическую литературу в связи с работами Ван дер Планка (1966). По существу, К.М.Степанов (1962), а ранее А.А.Ячевский (1930) и И.Г.Бейлин (1938), рассматривали движущие силы развития

эпифитотий на экологическом уровне. Так, если анализировать развитие эпифитотии в рамках экосистемы как разбалансировку автотрофных и гетеротрофных процессов ("чем больше нарушено это равновесие, тем больше должен быть приток извне для его восстановления" (Одум, 1986, 1, с.28)), необходимо признать, что эпифитотия является одной из компонент в функциональной схеме экосистемы, то есть сообществом, представленным в виде пищевой сети, состоящей из авто- и гетеротрофов. Как подсистему экосистемы рассматривали патосистему Р.А.Робинсон (1984), Й.Кранц (1979).

Как справедливо отмечал И.И.Мечников (1953), "когда бродили еще впотьмах относительно причин болезней человека и высших животных, патология растений была уже подробно изучена и этиология множества их болезней прочно установлена".

Исходя из экологической сущности инфекционных болезней В.А.Чулкиной с соавторами (2000), Е.Ю.Тороповой (2005) предложена модель эпифитотического процесса. В предложенной авторами модели сорт отнесен к антропогенным факторам, наряду с агротехническими факторами и химическими средствами защиты растений. В аналогичной роли рассматривается сорт в статье М.С.Соколова с соавторами (2007).

По нашим представлениям сорта и гибриды - это биогенный средообразующий фактор, через который трансформируются все антропогенные и природные воздействия, а все технологии выращивания, состоящие из работы с растением и почвой, изменяющие рост и развитие растений, видоизменяют и среду их обитания. С точки зрения осуществления направленного (через сорт) изменения среды обитания предложенная модель некорректна.

Для характеристики жизненного цикла возбудителей в ряде работ (Чулкина, 1998; Чулкина и др., 2000) принят термин "стратегия", а для проявления основных видов жизнедеятельности в процессе жизненного цикла - широко распространенный в эволюционной эко-

логии термин "тактика". При этом предложено исходить из того, что эпифитотологическая сущность инфекционных болезней растений зависит, прежде всего, от особенностей тактик размножения (названной тактикой Р), тактики выживания (В) и тактики трофических связей, или добывания пищи (Т).

Поскольку жизненные стратегии генетически детерминированы, можно лишь в разумных пределах снижать скорость их развития. Поэтому, как отмечает Н.А.Наумов (1938), "необходимо заранее получить точный ответ на следующие вопросы: 1) каков источник первичной инфекции и каков ход этой инфекции? 2) каков источник вторичной инфекции и каков ход этой инфекции?" Эту точку зрения разделял и К.М.Степанов (1962), наиболее подробно описывая скрытый период эпифитотии (предэпифитотическую стадию). По образному выражению Р.Грабнера (Graebner, 1933, (цит. по: Степанов, 1962) "каждая эпифитотия - это как бы взрыв снаряда, до этого времени находящегося в состоянии длительного покоя". Например, фузариоз колоса, согласно классификации, введенной недавно в федеральных бюджетах США, относят к группе "Emerging Diseases" (внезапных болезней). В этой связи можно согласиться с мнением Н.А.Наумова (1972) о том, что "случаи нарастания или вспышки гриба, нами наблюдаемое как нечто неожиданное и окончательное, на самом деле могут явиться результатом постепенного и незаметного размножения его в данных условиях, нередко в течение продолжительного времени ("скрытый период подготовки эпифитотии"). Использование этого подхода для изучения возбудителей фузариоза колоса в сапротрофной стадии жизненного цикла было весьма продуктивным в прогнозе эпифитотии болезни (Иващенко, Назаровская, 1990).

Отнесение патогенов и фитофагов к **г**- и **К**-стратегам по скорости присущих им жизненных процессов "считается очень важным (Робинсон, 1984), поскольку оно позволяет точно определить термины "эпифитотический" и "энфитотический".

Эпифитотический относится к **г**- стратегам, а энфитотический - к **К**-стратегам, в эпифитотологии присущих биологическим системам. Экологи Р.Н.Макартур и Е.О.Уилсон (1967) назвали их **г**-отбором и **К**-отбором. Справедливости ради необходимо отметить, что термины "эпифитотический" и "энфитотический" и их сущность вполне понятно описаны ранее на основе жизненных циклов и скорости размножения (Гойман, 1954; Степанов, 1962; Tapp, 1975).

На основе сравнительного анализа эпифитотического и эпидемического (согласно теории саморегуляции по В.Д.Белякову, 1986) процессов в паразитарных системах и открытия В.Д.Беляковым с коллегами (1987) внутренней саморегуляции эпидемического процесса, эпифитотический процесс (как отмечает А.Ф.Зубков, 2007б, с.6) "потерял свою исключительность и рассматривается как биоценотический, точнее трофо-эпифитоценотический процесс". Нет сомнения в том, что эпифитотический процесс следует общим закономерностям функционирования паразитарных систем. Следует лишь отметить, что согласно приведенной В.Д.Беляковым с коллегами (1987) теории внутренней саморегуляции эпидемического процесса, "саморегуляция достигается на фоне внешних модифицирующих факторов природного и антропогенного происхождения". Можно ли говорить о саморегуляции, если оба процесса (эпифитотический и эпидемический) происходят на фоне фактора антропогенного происхождения?

Эпифитотии в растительных популяциях имеют иную динамику, обусловленную возрастающей в геометрической прогрессии скоростью нарастания инфекции. Конкретный сорт (гибрид) поражается так же сильно и в следующем году, поскольку перенесенное заболевание не наследуется путем изменения иммунной системы, что и отличает эпифитотический процесс от эпидемического.

Сравнительный анализ эпифитотического процесса (Гойман, 1954; Стэкмен, Харрар, 1959; Степанов, 1962; Ван дер

Планк, 1966; Тарр, 1975) и эпидемического (Беляков и др., 1987) с точки зрения внутренней саморегуляции протекающих изменениях позволяет судить об общности закономерностей развития: взаимодействие популяций паразита и хозяина, изменение их структуры в процессе развития эпифитотии/эпидемии (по факторам устойчивости хозяина и вирулентности паразита), приводящее к их угасанию. При этом необходимо отметить справедливость этой общности в ретроспективном плане. Так, анализ различной поражаемости культурных и дикорастущих растений привел Э.Гоймана (1954) к мысли: "не следует ли считать счастливым обстоятельством для виноградарства наших дней то, что в свое время против настоящей мучнистой росы, вызываемой грибом *Uncinula necator*, не применялось химических средств борьбы. Благодаря этому все насаждения винограда (хотя и к огромному ущербу людей, живших в то время) были подвергнуты спонтанной "селекции" со стороны возбудителя и "очищены" от неустойчивых форм. Иначе обстоит дело у культурных растений. Здесь строгая селекция возбудителем едва ли может проявить себя полностью, так как человек пресекает ее".

Под определение саморегулирующихся паразитарных систем не подпадает и эпифитотия (переросшая в панфитотию) южного гельминтоспориоза кукурузы, начавшаяся в 1970 г. в США, охватившая большинство стран Западной Европы и завершившаяся в СССР в 1989 г. И то лишь после перевода гибридов кукурузы на устойчивые типы цитоплазматической мужской стерильности и расширения их генетического разнообразия. Нельзя отнести к саморегулирующимся и эпифитотию фузариоза колоса пшеницы в СССР, начавшуюся в 1980-е годы и вызвавшую значительные потери продовольственного и фуражного зерна. Столь же сильные эпифитотии отмечены в США, Канаде и других странах.

В серии публикаций (Зубков и др., 2005; Зубков, 2007а, 2007б) возможность

саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистемах показана на основе результатов мониторинга и оценки комплексной вредоносности сорняков, вредителей и болезней на посевах полевого севооборота, особенно при низком и среднем обилии вредных видов. Нельзя не согласиться с авторами в необходимости поддержки свойства стабилизации агроэкосистем, особенно при низком и среднем обилии вредных видов. Несомненно, при достаточном уровне групповой устойчивости сортов этот подход может быть весьма продуктивным, особенно в зонах, где эпифитотии и массовые повреждения растений достаточно редки. Однако исследования в этом направлении только разворачиваются.

Как видно из вступительной части, обсуждаемая тема сложна и дискуссионна в целом, а тем более в условиях перманентного реформирования АПК при объективной необходимости неуклонного роста урожайности сельскохозяйственных культур. Уточнение причин и особенностей дестабилизации фитосанитарного состояния земледелия требует обстоятельного и разнопланового рассмотрения проблем, сходно решаемых на протяжении последних десятилетий во многих странах, в т.ч. и в России.

Фитосанитарная оптимизация растениеводства, по всей вероятности, потребует продолжительного периода адекватного замещения средств эффективной химзащиты при одновременном повышении возможностей самозащиты многих сортов от стрессоров, отчасти и со сниженным потенциалом продуктивности.

Предпринимая попытку анализа сложившейся ситуации, мы сочли целесообразным "высветить" некоторые моменты ретроспективно, выстроив основные приоритеты (затрагиваемые достаточно кратко) в следующей последовательности: некоторые результаты селекции; условия питания растений и оценка возможности его улучшения; адаптация как фактор продуктивности; устойчивость в аспекте продуктивности и прогрессирующего старения растений.



### Некоторые результаты селекции

Известно, что "на протяжении столетий до последнего времени практическая селекция обеспечивала создание все более продуктивных сортов растений, основываясь на экстенсивном типе производственного процесса. Это означает, что создавались сорта, позволяющие разместить все большее количество фотосинтетических единиц (хлоропластов/м<sup>2</sup> листьев) в единице объема и площади посева при максимально возможной активности фотосинтеза. Важно также отметить, что КПД фотосинтеза основных культивируемых видов растений в лучшем случае остается на уровне своих диких предков. Показано, что хлоропласт как структурная единица фотосинтеза практически остался неизменным на протяжении почти 500-летней селекции картофеля в Европе, пшеницы и других культур (Мокронос, 1983). Увеличение урожайности гетерозисных гибридов кукурузы происходит не за счет более высокой, чем у родительских линий, фотосинтетической активности хлоропластов, или единицы площади листа, а исключительно с помощью увеличения численности пластид в единице площади посева.

Последние 40 лет отмечены интенсивными исследованиями проблемы увеличения урожайности пшеницы. Во многих регионах мира как в развитых, так и в развивающихся странах наблюдается постоянный прирост урожая. Один из самых значительных прорывов в этом направлении произошел благодаря внедрению д-ром Н.Д.Борлаугом и его коллегами в 1960-х годах генов карликовости Rht 1 и Rht 2. Это привело к "зеленой революции", особенно на Индийском полуострове (Раджарам, Браун, 2006).

Как отмечают в обзорной статье В.В.Пыльнев и Е.В.Пыльнева (2001), "зеленая революция" не обошла и страны СНГ, в чем большая заслуга принадлежит академику П.П.Лукуьяненко. В результате селекционной работы на Северном Кавказе к началу 1970-х годов урожайность озимой пшеницы увеличилась на 34.3 ц/га по сравнению с местными сортами. В 2 раза возросла в послевоен-

ные годы урожайность озимой пшеницы на Дону, в 1.6 раза увеличилась урожайность в причерноморской степи Украины за 75-летний период.

Создание и внедрение в производство сортов полукарликовых пшениц (Полукарликовая 49, Северокубанка) в 1970-е годы (Пучков и др., 1981) - это результат одного из новых направлений в селекции КНИИСХ, как и создание в ВСТИ принципиально нового сортотипа озимой твердой пшеницы для интенсивного земледелия - короткостебельных сортов Парус и Коралл (Пыльнев, Паламарчук, 1981) является проявлением общности доминирующего подхода - резкого повышения урожайности за счет изменения ИУ. Сходная цель ставилась при селекции ярового ячменя в ЧССР - создание короткостебельных сортов с высоким потенциалом урожая (Зенищева, 1981), пшеницы и ячменя в ГДР (Баух и др., 1981), пшеницы в Венгрии (Белла и др., 1981), ржи в Польше (Вольски и др., 1981).

Исторически производство соломы было высоко приоритетным, а низкий уборочный индекс рассматривался как желательный признак. Увеличение стоимости зерна в сравнении с соломой привело к переоценке приоритетов в селекции. В этой связи сложилось мнение, что уборочный индекс (УИ), как отношение веса зерна к весу растения, является важнейшим показателем, связанным с драматическим увеличением урожайности зерновых культур в 20 веке (Sinclair, 1998). Официально он был предложен в 1962 г. для отбора новой, более урожайной зародышевой плазмы, но за последние 25-30 лет его использование в качестве показателя отбора у ряда сельскохозяйственных культур возросло особенно сильно.

Согласно экспертным оценкам, УИ увеличился у пшеницы с 0.35 до 0.50 (за период 1908-1980 гг.), у ячменя - с 0.36 до 0.48 (1930-1989 гг.), у риса он резко возрос в связи с переводом сортов на генетическую основу короткостебельности, с 0.30 до 0.50; у кукурузы меньше - с 0.45

до 0.50 (1930-1989 гг.). Повышение УИ привело к тому, что на формирование хозяйственно полезных органов у озимой и яровой пшеницы расходуется свыше 30% ассимилятов, ячменя - 51, сахарной свеклы - 63, картофеля - 81% (Жученко, 1988).

Анализ истории сортосмен более чем за полвека свидетельствует о достижении роста урожая озимой пшеницы исключительно путем перераспределения ассимилятов без изменения генетического сдвига по урожаю биомассы - показателя, находящегося под давлением отбора. При этом наблюдается увеличение УИ и снижение высоты растений, а в неблагоприятных условиях - более сильное уменьшение биомассы у сортов с высоким уборочным индексом (Лэмб, 1980).

Укорочение соломины обострило проблему борьбы с сорными растениями и приблизило колос к источникам инфекции, а изменение соотношения зерно-солома потребовало более длительного периода накопления ассимилятов в зерновках. Возросла отзывчивость сортов на факторы интенсификации. Удовлетворение потребности в повышенных дозах азотных удобрений, особенно нитратов, способствовало удлинению периода вегетации растений, в т.ч. и периода восприимчивости к возбудителям фузариоза колоса и болезней листьев (Иващенко, Шипилова, 2004).

Сравнение сортов кукурузы селекции 1875-1976 гг. по чистой продуктивности фотосинтеза выявило, что сорта с коротким периодом накопления сухого вещества характеризуются или ранним старением листьев, или быстрым уменьшением чистой продуктивности фотосинтеза. При этом сорта интенсивного типа отличаются большей продуктивностью фотосинтеза и уборочным индексом. Сходное изучение долговременной тенденции изменения длительности налива зерна гибридов показало, что за 30 лет она увеличилась на 10 дней, а общая продолжительность вегетации - на 20-25 дней. Это могло быть косвенно связано с селекцией кукурузы на устойчивость к болезням и высокую продуктивность (Mc Garrahan, Dale, 1984).

В разработке общей теории генетического потенциала растительных популяций важное место принадлежит такой характеристике продукционного процесса, как толерантность к загущению (Драгавцев, Шкель, 1982). Было установлено (Hart, 1983), что загущение посевов кукурузы, пшеницы, гречихи, фасоли в сравнении с широкоярдным дало наивысшие урожаи на единицу площади при уменьшении продуктивности одного растения. Как отмечает Тройер (1999), в среднем за 100 лет плотность посева кукурузы утроилась, затем удвоилась в последние 40 лет.

Изучение продуктивности зерновых показало, что по мере окультуривания диких видов почти в 20 раз увеличились размеры зерновок и площадь листовой поверхности, более медленным стало старение верхних листьев, более длительным - накопление ассимилятов в зерновках, сдержанным чрезмерное кущение и накопление ассимилятов в корнях. Изменилась динамика образования и распределения сухого вещества, особенно в пользу самого ценного органа - зерновки (Иржи, 1984).

В целом наиболее значительные достижения, определившие рост урожайности пшеницы, кукурузы и подсолнечника, основаны, главным образом, на увеличении доли зерна в общей биомассе растения, достигаемой разными путями: у пшеницы - благодаря внедрению д-ром Н.Борлаугом и его коллегами в 1960-х годах генов карликовости Rht 1 и Rht 2, а П.П.Лукияненко - введением в генотип пшеницы генов, полученных от сорта Безостая 1 и селекционной формы Краснодарский карлик; у кукурузы - на основе использования Б.П.Соколовым (1955) явления гетерозиса у межлинейных гибридов; у подсолнечника - благодаря решению задачи идентификации генотипов по фенотипу, успешно решенной В.С.Пустовойтом (Дьяков, 1969).

Таким образом, селекционные преобразования растений в 20 веке привели главным образом к увеличению доли зерна в общей биомассе растения, практически не затронув его вещественно-энергетический потенциал.

### Условия питания растений и оценка возможности его улучшения

По определению Л.Т.Эванса и Р.А.Фишера (Evans, Fischer, 1999), "потенциал урожая рассматривается как урожайность сорта, адаптированного к условиям выращивания, на фоне обеспеченности влагой и NPK, при условии контроля вредителей, болезней и сорняков, ломкости и других стрессовых факторов". Это, конечно, в идеале.

Фактически же земледелие, использующее интенсивные технологии, в последние годы повсеместно сталкивается с проблемами деградации земель, падением количества и качества продукции и, как следствие, снижением экономических показателей всей хозяйственной деятельности в аграрном секторе.

Зависимость между наличием питательных веществ и формированием урожая полевых культур изучается в нескольких направлениях, но самыми старыми и обширными являются исследования зависимости урожая от питательного режима почвы или внесения удобрений.

Как отмечает В.В.Никитин (2006), защита растений рассматривает преимущественно изменения численности вредных видов и структуры их популяций, тогда как процессы изменения запасов микробной биомассы, составляющих от нескольких до десятков тонн сухой массы (в пересчете на гектар) остаются мало изученными. Отчуждение из почвы огромного количества питательных веществ с урожаем, без адекватного возврата, в значительной степени снизило плодородие почв во многих регионах России.

Показано (Штомпель и др., 1997), что в настоящее время за счет деградации почв потеряно до 40-42% гумуса черноземов Прикубанской и Закубанской равнин, площадь сверхмощных черноземов в степной зоне края за 35-летний период уменьшилась более чем на 260 тыс. га, а содержание гумуса в пахотном слое уменьшилось на 1.98%. Анализ и оценка ситуации, разработанные и перспективные пути совершенствования систем земледелия Краснодарского края, проведенные большим коллективом ученых

(Рыбалкин и др., 1997) позволили подтвердить определяющую роль севооборота и селекции как биологического фактора в земледелии, охарактеризовать роль и необходимость защиты растений и применения удобрений при биологизации и экологизации систем земледелия.

Авторы Белгородской концепции биоземледелия (Кожевин и др., 2005) практические мероприятия последовательно реализуют как две технологии:

- разработка и внедрение биологических методов земледелия с целью повышения экономической эффективности производства с улучшением плодородия почвы и качества получаемой продукции;
- разработка и внедрение региональной технологии получения экологически чистой продукции как высшей ступени биологических технологий, исключающих применение химической продукции.

Установлено, что в процессе традиционной вспашки уничтожается макро-, микро- и мезофауна и структурный состав почвы, которая уже при первом дожде превращается в суспензию, уносящую накопленный годами гумус. Авторы предлагают более эффективный, но мало используемый вид физико-химической мелиорации - мульчирования почвы за счет применения дробленой соломы, пожнивных остатков сидератов. При этом отмечается, что в условиях достаточно большого наполнения верхнего почвенного слоя органическим материалом (от 2 до 5 т/га по сухому веществу) при минимальных почвозащитных обработках методы борьбы с вредителями и болезнями с использованием современных биологических препаратов еще недостаточно изучены.

Наряду с многочисленными публикациями о больших недоборах урожая, вызываемых вредителями, болезнями и сорняками, в зарубежной и отечественной литературе приводятся также данные о стимуляции роста и развития растений патогенами вирусной и грибной природы. Так, вирус некротической мозаики риса стимулирует рост и продуктивность джута и кенафа (Chosh, 1985) и

это явление планируют использовать в практических целях; ряд штаммов почвенного гриба *Rhizoctonia solani* усиливает прорастание и рост пшеницы, моркови и других культур. Несколько обзоров в 1980-е годы были посвящены роли регуляторов роста во взаимодействии растения-хозяина и патогенных микроорганизмов (Шевелуха и др., 1985; Берестецкий, Тихонович, 1985; Sylti, 1985; Худенко, Михайлова, 1986), что позволяет судить о возрастающем интересе к проблеме поиска экологически чистых факторов интенсификации, то есть роста продуктивности сельскохозяйственных растений без роста затрат на ее увеличение и охрану окружающей среды. Итогом такого поиска является способ отбора генотипов, выносливых к фузариозной стеблевой гнили (Иващенко, Никоноренков, 1985) с проявлением положительных модификаций по продуктивности в системе кукуруза - *F. verticillioides*. Показан путь отбора на выносливость при сохранении продуктивности, а не ее снижения, поскольку *F. verticillioides* образует с кукурузой комплементарную систему и в практическом аспекте проблемы эффективную лишь в отношении генотипов растений, ускоряющих рост и развитие в качестве ответной реакции на дополнительный гормональный допинг на первой фазе патогенеза. В этом смысле можно согласиться с эволюционной концепцией Д.Локвуда (Lockwood, 1986), рассматривающего микоризных симбионтов как наиболее высоко эволюционно продвинутых паразитов корней.

Анализ экологических особенностей взаимоотношений паразитов и хозяина при тканевом паразитизме рассматривается с разных точек зрения и в медицинской патологии (Березанцев и др., 1985). Авторы считают, что в системе хозяин-паразит несмотря на дезорганизующее влияние партнеров наблюдается взаимодействие их рецепторных механизмов, обеспечивающее целостность и динамическую устойчивость системе более высокого биологического ранга; паразит и хозяин включаются в единую энергетическую систему благодаря способности выделять комплекс БАВ.

Показано (Michnewicz, 1985), что возбудители болезней представляют собой богатейший источник регуляторов роста, поступающих в растения и изменяющих уровень содержания фитогормонов у зараженных растений. С возрастом растения теряют чувствительность к действию фитогормонов, значение которых в механизме патогенеза уменьшается. Так, Ф.Калинин (1984) на примере системы конопля - *F. moniliforme* показал, что воздействие гибберелловой кислоты активизирует процесс биосинтеза клетчатки, и урожай волокна увеличивается на 30%. Способностью вступать в эффективный симбиоз с устойчивыми к заражению формами гороха, то есть создавать высокоспецифичную комплементарную пару "растение-штамм" и обеспечить высокую эффективность нитрагинизации, обладают штаммы *R. leguminosum* (Берестецкий, Тихонович, 1985).

Рассматривая проблему развития адаптивной системы в селекции и проблемы формирования генофонда кормовых культур, З.Шамсутдинов (2001) считает необходимым создание адаптивного экологически устойчивого, фитоценотически совместимого, иммунологически толерантного, биоценотически ориентированного, способного извлечь взаимные выгоды от симбиотического и ассоциативного мутуалистического взаимодействия с бактериями и грибами сорта кормового растения. Эту фундаментальную проблему и не менее важную прикладную задачу решает адаптивная селекция кормовых растений, основанная на эколого-эволюционных и биогеоценотических принципах.

Убедительные доказательства перспективности такого подхода приводит М.Вишнякова (2001) в испытаниях по отзывчивости на инокуляцию ультраскороспелых сортов сои производственными штаммами *Rhizobium japonicum* 607г и 607д в Ленинградской области: урожайность вегетативной массы возросла в среднем на 200-300%, а семенная про-

дуктивность - на 150-300%. Для сои, люпина, фасоли выделены источники повышенной способности к азотфиксации, комплементарные пары макро- и микросимбионтов.

Рассматривая генетическую природу адаптивного потенциала возделываемых растений, А.А.Жученко (2005) отмечает, что дальнейший рост онтогенетической адаптации и продуктивности растений должен базироваться на идентификации различных приспособительных механизмов и свойств и эффективном использовании техногенных факторов и экологически безопасных ресурсов биосферы. На примере отбора фотопериодически нейтральных линий кукурузы на длинном дне (Ленинградская область) показана перспективность отбора исходного материала на скороспелость для создания и районирования гибридов в зонах с длинным днем и коротким безморозным периодом (Иващенко, 1991).

Установлено, что каждый сорт дает максимальную отдачу лишь при определенных условиях возделывания, в определенном диапазоне урожайности; оптимальная норма эксплуатации сорта обычно лежит в пределах 70% его реальной продуктивности (Неттевич, 1991). Отмечая издержки монополии сортов озимой пшеницы, А.А.Романенко с соавторами (2005) считают ошибкой сортоиспытателей, не оценивших 18 новых сортов, близких по родословной к сорту Безостая 1, но более морозостойких, засухоустойчивых, устойчивых к ряду патогенов и более урожайных в годы с повышенным фоном биотических и абиотических стрессов. В результате такой "оазисной" оценки преимущество получают сорта и гибриды с более высокой потенциальной урожайностью (Жученко, 1994).

В этой ситуации важна разработка новой сортовой политики, основанной на большом наборе генетически и биологически разнородных сортов, их биологической и технологической адресности (Романенко и др., 2005). Изучение этих сортов в системе многофакторных полевых опытов по оценке влияния наиболее значимых агротехнических факторов позво-

ляет разрабатывать сортовую агротехнику и на этой основе повышать адаптивный потенциал культуры, ее урожайность и стабильность валовых сборов зерна в условиях Северного Кавказа.

Показано, что "в случае оптимизации сочетания важнейших агрофакторов и сортов можно не только повысить урожай озимой пшеницы, но и при высоком уровне затрат обеспечить их более эффективное применение по сравнению с мало затратными технологиями. Это показывает несостоятельность закона "убывающего плодородия" при выращивании современных сортов озимой пшеницы по интенсивным технологиям (Кудряшов и др., 2001). Иными словами, только за счет сортового разнообразия в некоторых случаях возможно получить дополнительный урожай, полностью покрывающий затраты на технологию выращивания озимой пшеницы.

Прирост сухого вещества при интенсификации возделывания культур коррелирует с географической широтой. Культуры без фотореспирации (растения С<sup>4</sup> типа - кукуруза, суданская трава) дают более высокий урожай в низких широтах, где они лучше используют солнечную радиацию, тогда как культуры с фотореспирацией (растения С<sup>3</sup> типа - пшеница, ячмень, овес, рожь) высокоурожайны в широтах выше 40-50°С, так как лучше переносят низкие температуры и дают высокие урожаи в условиях умеренного климата. Показано (Иваки, 1974, цит. по: Иржи и др., 1984), что по эффективности использования солнечной радиации кукуруза (1.34) превосходит пшеницу, ячмень рожь, овес (0.86-0.99) и рис (1.08-1.34).

Несмотря на многочисленные исследования и более чем вековую историю применения минеральных удобрений, а также на огромное их значение для получения урожаев внимание балансу и круговороту питательных веществ в конкретных агроэкосистемах стали уделять лишь недавно. Между тем, только точный анализ круговоротов по питательным элементам позволяет выяснить передвижение основных питательных ве-

ществ в агроэкосистемах, оценить влияние минеральных элементов с точки зрения их поступления и расходования в аграрном производстве и установить их баланс на определенной территории (в районе, области, регионе). Исследованиями последних лет показано (Цыбулько, Жукова, 2006), что количество поступающих в почву растительных остатков

обусловлено продуктивностью зерновых культур; соотношение между растительными остатками и основной продукцией находится в прямой зависимости от общего уровня урожайности. Для озимой ржи коэффициент корреляции составляет 0.954, для ярового ячменя 0.986, яровой пшеницы и овса 0.970 и 0.940.

### Адаптация как фактор продуктивности

В общей продукции всей биомассы полевых культур преобладает используемый на нужды человека урожай, тогда как природные фитоценозы, образующиеся без вмешательства человека, как правило, развиваются в обратном направлении. Они дают большой запас биомассы, но с низким отношением полезной для человека продукции к общей ее количеству (Одум, 1986).

Несмотря на очевидные успехи многолетнего отбора по урожайности, экологическая цена такого роста заранее, вероятно, не прогнозировалась. Характерно, что проведенный ранее анализ 100-летнего периода селекции не дает повода для чрезмерного оптимизма (Simmonds, 1962): за это время действительно урожайность значительно повышена, но и "ликвидирована популяционная адаптация как фактор продуктивности и оказано вредное влияние на приспособляемость". Анализ причин отрицательных связей между потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью обусловил правомерность постановки вопроса: адаптация или максимальный урожай? (Nelson, Nelson, 1966, цит. по: Жученко, 1988, с.303), а также мысли, что устойчивые формы как бы тратят часть своей энергии "на поддержание дремлющего резерва". А.А.Жученко, разделяя точку зрения ряда авторов на проблему адаптации (Пианка, 1981; Майснер, 1981) отмечает: "чем больше продуктов фотосинтеза расходуется на формирование исключительно полезных органов, тем меньше их остается на формирование защитных структур и компенсаторных реакций, и наоборот" (1988, с.332). Устойчивость такого типа

ранее описана у ряда сортов пшеницы к стеблевой ржавчине (Simons, 1972) и у кукурузы к стеблевым гнилям (Иващенко, 1992).

Благодаря адаптивности и пластичности генофонд диких видов и полукультурных разновидностей давно рассматривается и используется исследователями в качестве главного источника зародышевой плазмы для создания продуктивных и устойчивых к неблагоприятным факторам сортов. О неослабевающем интересе к проблеме генетических ресурсов, в частности принципам поиска, идентификации доноров ценных признаков и путей их использования в селекции, можно судить по многочисленным материалам Международных научно-практических конференций (СПб, ВИР, 2001,2005).

Однако, по данным Международного института генетических ресурсов растений - IPGRI (1997), от 2 до 6.5% используемого в скрещиваниях материала связано со староместными сортами, что создает угрозу генетической эрозии возделываемого сортимента, с целью предотвращения которой в международных центрах реализуются обширные программы расширения генетической базы для селекции растений (Мережко, 2001). Более того, известная в настоящее время идентичность генов по хозяйственно полезным признакам скорее правило, чем исключение, отмечал В.И.Кривченко (1982), в связи с чем "фитопатологи и селекционеры должны пересмотреть существующее мнение о неисчерпаемости мировых растительных ресурсов в отношении генов устойчивости и их носителей в виде доноров у культурных растений.

Поэтому центр тяжести в исследованиях по прикладной генетике, селекции и фитопатологии неизбежно должен перемещаться в сторону расширения генетического разнообразия по признакам устойчивости, выделения и синтеза новых генотипов".

Согласно обзорной информации, приводимой А.А.Жученко (1988), высокая экологическая пластичность диких видов растений сопряжена с их низкой продуктивностью (Kuiper, 1984), то есть стратегия их приспособления определяется низкой скоростью ростовых процессов (Stuart, 1980) - генетически обусловленной и достаточно постоянной величиной (Батыгин, 1986). Это создает трудности в попытках интеграции в генотипе создаваемых сортов признаков продуктивности и адаптивности, решаемые преимущественно двумя путями: отбором в расщепляющемся материале потомств по признаку устойчивости, или по продуктивности и умеренной устойчивости. Использование первого пути позволяет, например, создавать источники устойчивости к фузариозу колоса (Mesterhazy,

1987), второго - высокоурожайные устойчивые сорта пшеницы благодаря интеграции в генотипе сорта нескольких генов устойчивости различной природы (Аблова, 2008).

Использование гетерозиса и увеличение густоты стояния растений (например, у кукурузы) привело к резкому росту потребности синхронно развивающихся растений в метаболитах для реализации потенциала продуктивности, увеличило вынос из почвы элементов питания. Это способствовало усилению конкурентных отношений в посевах и подверженности растений стрессорам экзо- и эндогенной природы. Первым следствием нарушения биологически скоррелированных отношений в системе источник-потребитель (source-sink) стало ускорение процессов старения стеблей и листьев и рост предрасположенности к факультативным патогенам, что проявилось в 1960-1970 гг. эпифитотийным развитием стеблевых гнилей в большинстве стран мира и потребовало серьезной корректировки селекционных и иммунологических программ.

### **Устойчивость в аспекте продуктивности и прогрессирующего старения растений**

Значение возрастных изменений растений в связи с их устойчивостью к возбудителям грибных и бактериальных болезней общепризнано (Дунин, 1946; Сухоруков, 1952; Гойман, 1954).

Проблема предрасположенности включает обширную область знаний относительно влияния абиотических и биотических факторов на жизнедеятельность конкретного генотипа растений и рассматривается преимущественно в треугольнике болезни. Анализ концепций предрасположенности растений к почвенным патогенам (Lockwood, 1988) выявил воздействие многих факторов на заражение и развитие болезней: уменьшение фотосинтеза (болезни, повреждение листьев, дефолиация), состав почвы, засоление, режим увлажнения, высокие и низкие температуры, механическое повреждение, нематоды, вирусная инфек-

ция, гербициды. Хотя эти воздействия достаточно известны и описаны, внутренние механизмы предрасположенности, за исключением отдельных случаев, неясны. Практическая ценность исследований проблемы состоит в идентификации и количественной оценке предрасполагающих факторов, использовании этой информации для управления продукционным процессом и снижении отрицательных влияний на урожайность.

Существует мнение (Гойман, 1954), что предрасположенность - временное, обратимое состояние восприимчивости, не выходящее за рамки врожденной восприимчивости. В связи с этим предлагается различать влияние внешних условий на осуществление паразитических взаимоотношений и их воздействие на течение патологического процесса.

Как показал анализ происхождения и

категорий возрастных изменений на всех уровнях (популяционном, организменном, тканевом, клеточном и субклеточном), повышение чувствительности особи к вредным воздействиям складывается, по меньшей мере, из двух процессов: старения врожденного, присущего организму, что, по сути, заложено в его генетической программе, и старении как результата накопления изменений, обусловленных многократным воздействием стресс-факторов, травм, инфекции (Стреллер, 1964). По Б.Стреллеру, истинно возрастные изменения возникают даже при благоприятных условиях окружающей среды. Характеризуя сущность этого явления, исследователи выделяют главное: старение - фундаментальное свойство всех живых систем - заключается в возрастающей потере жизнеспособности (Comfort, 1956; Гупало, 1969; Лэмб, 1980). Хотя конечная цель исследований в иммунологии - процессы, возникающие под влиянием преимущественно биотических стрессов, интеграция концепций предрасположенности и старения позволяет рассматривать естественное старение как непосредственную причину развития заболеваний, их патогенетический базис (Сухоруков, 1952).

Д.Мок (1979) была выявлена основная причина меньшей продуктивности устойчивых к гнилям линий кукурузы - меньшая, генотипически предопределенная аттрагирующая способность завязей початка. У восприимчивых линий интенсивность фотосинтеза не обеспечивает потребность завязей в притоке углеводов, и их перенос из стебля приводит к ускоренному старению тканей и увеличению предрасположенности к болезни. Дальнейшими исследованиями показано, что устойчивые линии отличаются более медленными, генотипически предопределенными темпами старения тканей, значительно более поздним наступлением состояния предрасположенности к болезни. Биологическая продуктивность и развитие болезни у таких линий достоверно ниже, чем у восприимчивых линий, сходных по скороспелости (Иващенко, 1992).

Анализ причин отрицательных связей

между продуктивностью и устойчивостью привел к заключению, что устойчивые формы тратят часть энергии и пластических веществ на поддержание "дремлющего" резерва (Майснер, 1981). Вероятно, общепризнанное рассмотрение устойчивости к патогенам в системе общей и специфической адаптивности делает также логичной постановку вопроса: устойчивость к стеблевым гнилям или наибольший урожай? Его правомерность подтверждена наличием достоверной отрицательной зависимости ( $r = -0.68$ ) между гетерозисом по продуктивности и устойчивости к стеблевым гнилям (Иващенко и др., 1989).

Исследование с этих позиций различий между устойчивыми и восприимчивыми к стеблевым гнилям линиями кукурузы, равными по скороспелости, показало более интенсивное (на 26.7%) накопление сухого вещества зерна на единицу биомассы растения, наибольшее отношение зерна к надземной массе растения у восприимчивых, быстро стареющих линий. Устойчивым линиям присуще более значительное запасание ассимилятов (на 36%) в стебле, ножке, стержне и обертках початка. Используя такие понятия, как продуктивная емкость растений (source) и емкость накопления ассимилятов (sink) для характеристики отношения солома - зерно, можно сделать вывод о направленности отбора на высокую устойчивость против высокой продуктивности. Следовательно, чем больше продуктов фотосинтеза используется на формирование зерна, тем меньше на поддержание защитно-компенсаторных реакций.

Необходимо отметить общность подходов к проблеме адаптации и устойчивости, присущих патологам и физиологам. Анализ адаптации к стрессам на организменном уровне выявил резкое сокращение числа зачатков генеративных органов при действии абиотического стресса до наступления этапа их дифференциации; когда число продуктивных органов уже отнормировано для оптимальных условий, начинают проявляться конкурентные отношения между плодо-



элементами, что приводит к недоразвитию и отмиранию их части (Удовенко, 1980). Изучение причин таких зависимостей требует учета мнения исследователей, рассматривающих растительный организм как динамичную систему с функциональными связями, а его онтогенез - в двух планах: собственной жизни материнского растения и воспроизведения новой особи (дочернее поколение на материнском). Для плодоношения, более автономного для окружающей среды, характерно, что при оптимальных условиях оно регулируется лишь физиологическими механизмами, на основе собственной генетической программы развития. Объем плодоношения (в завершённой форме - семенная продуктивность) в репродуктивной биологии рассматривается для вида в целом в связи со стратегией его жизни (Левина, 1981); проблема урожайности подавляющего большинства полевых культур - это фактически проблема повышения семенной продуктивности зерновых культур. В этой связи отношение реальной семенной продуктивности к потенциальной, рассматриваемое как коэффициент продуктивности, служит показателем семенного размножения. Надо полагать, что чем выше этот показатель, тем лучше адаптирован сорт, гибрид. С

учетом экологической классификации (Жученко, 1988) онтогенетическая (модификационная) и филогенетическая (генотипическая) типы адаптаций определяют 2 аспекта проблемы: экзогенное управление адаптивным потенциалом (комплекс агротехнических мероприятий) и эндогенное (изменение адаптивных свойств за счет селекции), конечная цель которых - обеспечение устойчивого роста количества и качества урожая. Второй аспект проблемы адаптации, связанный с повышением устойчивости к засухе и стеблевым гнилям, сохраняет актуальность и поныне.

Общепризнанное рассмотрение устойчивости к патогенам в системе общей и специфической адаптивности обусловило в свое время постановку вопроса: устойчивость к стеблевым гнилям или наибольший урожай?. В условиях эпифитотийного проявления болезней в США, затем в Европе выход был найден благодаря изменению тактики отбора: отбирали генотипы, характеризующиеся не наибольшей продуктивностью одного растения, а урожайностью с единицы площади посева, способные выдерживать значительные загущения и сохранять при этом устойчивость к паразитарной ломкости (Hart, 1983).

### **Заключение**

Селекционные преобразования растений в 20 веке привели главным образом к увеличению доли зерна в общей биомассе, практически не затронув его вещественно-энергетический потенциал, а перераспределение вещества и энергии в пользу репродуктивного органа, развивающегося уже по автономной генетической программе, привело к существенно большей зависимости роста и развития растения от факторов экзогенной регуляции.

В результате использования интенсивных технологий и гетерозиса стало возможным формирование на 1 га большего объема генеративных органов (благодаря загущению, обеспечению элементами питания, снижению ущерба от вредной биоты), более продолжительного функционирования листьев и стеблей.

При этом резко возросла потребность синхронно развивающихся растений в элементах питания для реализации потенциала продуктивности, что способствовало усилению конкурентных отношений в посевах и подверженности растений стрессорам экзогенной и эндогенной природы.

Интеграция в генотипе коммерческого сорта двух стратегий жизни (эко типа и агроэко типа), вероятно, недостижима, что предполагает в разработке селекционных проблем генетической адаптации допуск разумного компромисса между продуктивностью и устойчивостью при расширении пула ценных генов, обуславливающих устойчивость к климатическим, эдафическим и биотическим стрессам. Иначе говоря, направленность селекционных программ на дальнейшее по-

вышение УИ будет обострять проблему адаптации сортов и гибридов, поскольку генотипически запрограммированный рост потенциала продуктивности, не обеспеченный в должной мере условиями для ее реализации, создает условия для развития стрессов. Вероятно, есть смысл поступиться долей потенциально возможного роста урожайности, сохранив при этом достаточный уровень устойчивости и адаптивности, тем более что потенциал этот на фоне недостаточного питания не может реализоваться.

Защита растений вынуждена решать задачи сохранения здоровья растений при продолжающихся широкомасштабных процессах дегумификации почв, недостаточном внесении органических удобрений и лишь частичном возврате органических веществ в почву в целом при возделывании сортов преимущественно интенсивного типа, генетически запрограммированных на высокий вынос элементов питания из почвы. Поскольку в период налива, контролируемого механизмами гормональной и фоторегуляторной природы, перенос метаболитов из листьев и стеблей в зерновку уже не компенсируется фотосинтезом в оставшейся части листового аппарата, продолжающийся отток ассимилятов приводит к уменьшению антибиотического воздействия кормового растения на фитобагов, к преждевременному старению листьев и стеблей и росту их поражения гемибактериями, что и обусловило необходимость дополнительного применения фунгицидов.

Усиленный экспорт запасенной энергии (зерна и продуктов его переработки) в процессе дальнейшей урбанизации постоянно преобладает, значительно меньшая ее часть (при оставшейся численности животноводства) возвращается в агроэкосистему, характеризуя возросший сток тепла из экосистемы. Рассмотрение приведенных зависимостей на примере модели функциональной схемы экосистемы (по Одуму, т.1, с.26, 1986) позволяет судить о существенном ослаблении энергетической управляющей петли обратной связи и запасах энергии в агро-

экосистеме, постоянно снижающихся (процессы дегумификации). В сложившихся условиях, чем интенсивнее технология, тем больше вынос запасенной энергии, поскольку подавляется и та часть органического вещества сорных видов, которая возвращалась в почву в процессе механизированных обработок. В этой связи высокоинтенсивные и интенсивные технологии возделывания высокопродуктивных сортов могут быть реализуемы в том объеме, в каком они обеспечены биоклиматическим потенциалом агротерриторий, устойчивостью сортов и гибридов к стрессорам биотической и абиотической природы и целесообразностью в системе севооборота, сбалансированного по круговороту и балансу органического вещества в агроэкосистеме.

Учитывая, что условия России по тепло- и влагообеспеченности несравненно менее благоприятны для развития сельскохозяйственных культур, чем, скажем, США и многих стран Западной Европы (Егоров, 1977), а также проявляющиеся тенденции территориального изменения биоклиматического потенциала (в т.ч. стрессорных явлений), как отмечают А.Гордеев с соавторами (2006), стратегия экологической стабилизации агроэкосистем, по нашему мнению, должна основываться на более широком использовании нормальных (по классификации В.И.Кирюшина, 2007) технологий.

Надо полагать, что удельный вес и степень интенсификации технологий (от слабой до сильной) будет определяться, прежде всего, структурой севооборота и плодородием почв. При этом функциональные системы поддержания и повышения плодородия от возврата органического вещества через животноводство и структуру севооборотов в наибольшей мере соответствуют долгосрочным задачам управления растениеводством.

Основываясь на том, что сорт выступает в агроэкосистеме как средообразующий биогенный фактор, его адаптивность и устойчивость к биотическим и абиотическим факторам должны быть достаточно высокими и стабильными, что предполагает необходимость предвари-

тельного отбора по ним на всех этапах селекции и государственного сортоиспытания. В противном случае мы обречены на перманентный поиск агроприемов при ежегодной нестабильности и невысоком уровне их эффектов, проявляющихся преимущественно в рамках модификационной изменчивости.

Рассматривая феномен паразитизма и саморегуляция в патосистемах через эволюционные стратегии растений-хозяев (у диких видов - адаптацию, у культурных - продуктивность) можно оценить возможности отбора на комплекс взаимосвязанных признаков: адаптивность, продуктивность и устойчивость, поскольку продукционный процесс контролируем селекцией, а жизненные стратегии (r- и K-) патогенов и фитофагов - преимущественно зависимы от него. При этом возможности извлечения взаимных выгод от симбиотического и ассоциативного мутуалистического взаимодействия с бактериями и грибами сорта культурного растения позволяют рассматривать в рамках паразитарной системы варианты не только одностороннего, но и обоюдного использования организмами метаболитов, для активации роста и развития. Успехи адаптивной селекции ожидаемы при решении ряда проблем прикладной генетики: генетики минерального питания, онтогенеза, адаптаций, фотопериодизма, продуктивности, а при изучении паразитарных систем - генетики выносливости, симбиотрофизма, неспецифической устойчивости. Выносить эпифитотический процесс на экосистемный уровень, не изучив в достаточной мере на подсистемном уровне его базис, надо полагать, преждевременно.

Учитывая, что через уборочный индекс в генотип создаваемых источников закладывается комплекс взаимосвязанных признаков - продуктивности, адаптивности и, в определенной мере, устойчивости к вредной биоте, ключевой является проблема идентификации генотипов по фенотипу начиная с отбора на ранних этапах селекции.

Следовательно, экологизация систем защиты растений должна интегрировать

результаты разноплановых, комплексно решаемых задач, рассматриваемых нами как 3 этапа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем.

При решении проблемы идентификации генотипов растений по фенотипу на начальных этапах селекции предстоит повысить долю селекционно полезной изменчивости в процессе отбора на заданную величину селекционного признака посредством использования адекватных методов отбора, сводящих к минимуму экологические шумы.

На втором этапе оценки перспективных номеров (сорта, гибриды) необходимо оценить эколого-генетическую экспрессию основных признаков: адаптивности и устойчивости, продуктивности и качества в зависимости от агрофона и зоны испытания, и идентифицировать образцы с наилучшей совместимостью, то есть комбинационную способность созданных ранее родительских форм.

На третьем этапе - этапе технологической и фитосанитарной оптимизации - осуществляется разносторонняя производственная проверка сортов и гибридов в зонах районирования, где наиболее полно раскрывается потенциал адаптивности и устойчивости к биотическим факторам, определяющий продуктивность и уровень ее стабильности в зависимости от агротехники выращивания и обеспеченности элементами питания.

Совершенствование фитосанитарных технологий на основе новых методов фитосанитарного мониторинга вредных и полезных организмов, устойчивых сортов и гибридов, биоценологических механизмов саморегуляции, антропогенной регуляции и стабилизации фитосанитарной и экологической составляющих агроэкосистем и автоматизированных систем управления фитосанитарным состоянием агроценозов направлено (через регуляцию цепей питания и структуры растительного сообщества) на увеличение доли возврата сохраненного органического вещества (энергии ФАР в фитомассе непораженных растений).

Сохранение и увеличение части этого органического вещества для биотранс-

формации (в конечном счете - гумусообразования) объединяет цели земледелия и защиты растений, а разработка основ,

создание и использование устойчивых сортов в агротехнологиях - цели растениеводства и защиты растений.

#### Литература

- Аблова И.Б. Принципы и методы создания сортов пшеницы, устойчивых к болезням (на примере фузариоза колоса), их роль в становлении агроэкосистем. Автореф. докт. дисс., Краснодар, 2008, 49 с.
- Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство, М., 2005, 784 с.
- Батыгин Н.Ф. Онтогенез высших растений. /М., Агропромиздат, 1986, с.82-83.
- Баух Г., Порше В., Лау Д. Результаты селекции озимой пшеницы и ярового ячменя в ГДР. /Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале. Тез. докл. Межд. научно-практ. конф. ученых стран-членов СЭВ. Одесса, 1981, с.167.
- Бейлин И.Г. Эпифитотии ржавчин на пшенице за последние годы на Северном Кавказе и факторы, способствующие их возникновению и развитию. /Известия АН СССР, отд. математики и естеств. наук, сер. биологическая, 5/6, 1938, с.995-1016.
- Беляков В.Д. Общие закономерности функционирования паразитарных систем (механизмы саморегуляции). /Паразитология, 20, 4, 1986, с.249-255.
- Беляков В.Д., Иванов К.Г., Остроумов П.Б., Селиванов А.А., Ходырев А.П. Явление внутренней регуляции эпидемического процесса. /Открытия в СССР, 1986. М., ВНИИПИ, 1987, с.35-37.
- Берестецкий О.А., Тихонович И.А. Повышение эффективности биологической фиксации азота за счет селекции бобовых по признакам симбиоза. /Докл. ВАСХНИЛ, 6, 1985, с.9-11.
- Вишнякова М.А. Генофонд зерновых бобовых ВИР - источник исходного материала для перспективных направлений селекции. /Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции. /Тез. докл. Межд. научно-практ. конф., СПб, ВИР, 2001, с.236-238.
- Власенко Н.Г., Тепляков Б.И., Теплякова О.И. Роль сортовых особенностей, удобрений, фунгицидов в формировании урожайности яровой пшеницы в зоне лесостепного Приобья. /Вестник защиты растений, 1, 2008, с.27-32.
- Власенко Н.Г. К вопросу об агротехнологиях вообще и фитосанитарных технологиях в частности. /Вестник защиты растений, 2, 2008, с.3-10.
- Вольски Т., Петрусяк А., Шолковски А. Направления селекции интенсивных сортов ржи в Польше. /Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале. Тез. докл. Межд. научно-практ. конф. ученых стран-членов СЭВ. Одесса, 1981. с.171.
- Герасименко В.Ф. Генетический сдвиг главных факторов урожайности у озимой мягкой пшеницы. /Научно-техн. бюлл. ВСГИ, 2/68, 1988, с.9-13.
- Гойман Э. Инфекционные болезни растений. М., ИЛ, 1954, 608 с.
- Горьковенко В.С. Биологические основы формирования и пути оптимизации супрессивности почвы в зерноотравнопропашном севообороте на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. Автореф. докт. дисс., Краснодар, 2006, 50 с.
- Гупало П.И. Возрастные изменения растений и их значение в растениеводстве. М., Наука, 1969, 252 с.
- Драгавцев В.А., Шкель Н.М., Нечипоренко Н.Н. Задачи идентификации генотипов растений по фенотипам. /Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале. Тез. докл. Межд. науч. конф. ученых стран-членов СЭВ. Одесса, ВСГИ, 1981, с.152-153.
- Дунин М.С. Иммуногенез и его практическое использование. /Труды ТСХА, М., 40, 1946, 144 с.
- Дьяков А.Б. Отток из вегетативных органов подсолнечника в период формирования семян. /Вестник с.-х. науки, 11, 1969, с.51-56.
- Жуков В.Н., Зубков А.Ф. Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме. 3. Оценка фитоценологических связей в посевах яровой пшеницы Юго-Востока ЦЧП и Северо-Запада НЗ. /Вестник защиты растений, 3, 2007, с.3-13.
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиогенез). Кишинев, 1980, 347 с.
- Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев, АН МССР, 1988, 323 с.
- Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). Пуцдино: ОНТИ, ПНЦ, РАН, 1994, 148 с.
- Жученко А.А. Генетическая природа адаптивного потенциала возделываемых растений. /Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб, ВИР, 2005, с.36-101.
- Зенищев Л.С., Минаржик Ф. Результаты селекции ярового ячменя в ЧССР. /Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале. Тез. докл. Межд. научно-практ. конф. ученых стран-членов СЭВ. Одесса, 1981, с.178.
- Зубков А.Ф. Может ли быть эпифитотология теоретической основой защиты растений? /Вестник защиты растений, 2, 2002, с.66-72.
- Зубков А.Ф. Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме. От мониторинга динамики численности популяций видов к оценке биоценологических процессов в агроценозах. /Вестник защиты растений, 1, 2007а, с.3-17.
- Зубков А.Ф. Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме. 2. Продукционные и деструкционные процессы в агроэкосистеме. /Вестник защиты растений, 2, 2007б, с.3-24.
- Зубков А.Ф., Шпанев А.М., Жуков В.Н. Комплексная вредоносность сорняков, вредителей и болезней культур полевого севооборота Юго-Востока ЦЧП России. СПб, 2005, 72 с.
- Ивашенко В.Г., Никоноренков В.А. О вредоносности стеблевых гнилей в связи с селекцией куку-

рузы на гетерозис. /Сельскохозяйственная биология, 1, 1989, с.99-102.

Иващенко В.Г. Устойчивость к стеблевым гнилям кукурузы в аспекте продуктивности и прогрессирующего старения растений. /Вестник с.-х. науки, 1, 1992, с.119-125.

Иващенко В. Г. Устойчивость кукурузы к основным болезням и разработка методов ее повышения. Автореф. докт. дисс. СПб, 1992, 38 с.

Иващенко В.Г. Способ создания исходного материала кукурузы в селекции на скороспелость. Авт. св-во N 1729336. Бюлл. изобр., 16, 1992.

Иващенко В.Г. Этапы фитосанитарной оптимизации агрокосистем. /Материалы II Всероссийского съезда по защите растений (Фитосанитарная устойчивость агрокосистем). СПб, 2005, с.451-454.

Иващенко В.Г., Никоноренков В.А. Способ отбора селекционного материала по признаку выносливости к фузариозной стеблевой гнили. Авт. свид. № 1507263. Бюл. изобр., № 34, 1989.

Иващенко В.Г., Шишилова Н.П., Назаровская Л.А. Фузариоз колоса хлебных злаков. СПб, 2004, 164 с.

Иржи П. и др. Формирование урожая сельскохозяйственных культур. М., Колос, 1984, 367 с.

Калинин В.А. Биологически активные вещества в растениеводстве (Теория и практика применения). Киев, 1984, 319 с.

Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Каличкин В.К. и др. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. Новосибирск, 2002, 388 с.

Кирюшин В.И. Путь к современным агротехнологиям. /Матер. III Межд. конгр., 2007, СПб, с.74-75.

Кожевин П.А., Анисимов А.И., Правдин В.Г. Биотехнологический путь земледелия (теория и практика). /Белгородский агромир, 2, 21, 2005, с.1-14.

Кранц Й. и др. Эпифитотии болезней растений (Математический анализ и моделирование). М., Колос, 1979, 208 с.

Кудряшов И.Н., Беспалова Л.А. Гусев В.А. Сорт как основополагающий фактор интенсификации производства зерна озимой пшеницы. /Пшеница и тритикале. Материалы научно-практической конференции "Зеленая революция П.П.Лукияненко". Краснодар, 2001, с.464-469.

Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. М., Наука, 1981, 95 с.

Лэмб М. Биология старения. М., Мир, 1980, 13 с.  
Майснер А.Д. Жизнь растений в неблагоприятных условиях. Минск, 1981, 96 с.

Мережко А.И. Принципы поиска и использования доноров ценных признаков в селекции растений. /Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции. Тез. докл. Межд. научно-практ. конф., СПб, ВИР, 2001, с.189-205.

Минеев В.Г., Панников В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай. М., Агропромиздат, 1990, 512 с.

Мок Д. Фотосинтез, урожайность зерна и качество стебля у раннеспелой кукурузы. /Тез. докл. X заседания ЭУКАРПИЯ. Варна, 1979, с.13-14.

Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. Тимирязевские чтения. М., Наука, 1983, 64 с.

Наумов Н.А. Современное состояние и основные вопросы микгеографии. /Тр. ВИЗР, Л., 33, 1972, с.5-16.

Неттевич Э.Д. Проблемные вопросы селекции зерновых культур в Нечерноземье. /Доклады научно-практ. конф. "Ученые Нечерноземья - развитию сельского хозяйства зоны". М., Немчиновка, Агентство массовой информации, 1991, с.126-130.

Никитин В.В. Теоретические основы ресурсоберегающей системы удобрения в севооборотах юго-западной части Центрального Черноземья. /Белгородский агромир, 4(6), 2, 2006.

Новожилов К.В., Буров В.Н., Левитин М.М., Тюттерев С.Л., Павлюшин В.А. Стратегия фитосанитарной оптимизации растениеводства в условиях реформы АПК в России. /Тез. докл. Всерос. съезда по защите растений. Санкт-Петербург, 1995а, с.512-513.

Новожилов К.В., Воронин К.Е., Павлюшин В.А. О биогенотической сущности биометода и его месте в интегрированной защите растений. /Тез. докл. Всерос. съезда по защите растений. СПб, 1995б, с.351-352.

Одум Ю. Экология, 1, 1986, 328 с.

Павлюшин В.А., Танский В.И. Дестабилизация фитосанитарного состояния земледелия и пути ее преодоления. /Вест. защ. раст., 1, 2006, с.8-15.

Панников В.Д. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. /М., Колос, 1993.

Пианка Э. Эволюционная экология. М., Мир, 1981, 400 с.

Планк Ван дер Я. Болезни растений (эпифитотии и борьба с ними). М., Колос, 1966, 360 с.

Пучков Ю.М. и др. Результаты и новые направления селекции пшеницы. Селекция озимого тритикале на кормовые цели. /Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале. Тез. докл. Межд. научн. конф. ученых стран-членов СЭВ. Одесса, ВСГИ, 1981, с.195-196.

Пыльнев В.М., Паламарчук А.И. Селекция озимого тритикале на кормовые цели. /Там же, 1981, с.199-200.

Раджарам С., Браун Х.Е. Потенциал урожайности пшеницы. /First International Wheat Genetics Symposium Proceedings. Агромеридиан, 2(3), 2006, с.12-29.

Робинсон Р.А. Экологические аспекты устойчивости к болезням. /Борьба с болезнями растений: устойчивость и восприимчивость. М., Колос, 1984, с.225-249.

Романенко А.А., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Аблова И.Б. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы. Краснодар, 2005, 224 с.

Рыбалкин и др. Пути совершенствования систем земледелия Краснодарского края. Краснодар, 1997, 195 с.

Соколов М.С., Торопова Е.Ю., Чулкина В.А. Общие принципы разработки и реализации фитосанитарных технологий. /Вест. защ. раст., 1, 2007, с.25-43.

Соколов Б.П. Гибриды кукурузы. Сельхозгиз, М., 1955.

Степанов К.М. Грибные эпифитотии (Введение в общую эпифитотиологию грибных болезней растений). М., 1962, 471 с.

Стреллер Б. Время, клетки и старение. М., Мир, 1964.

Стэкмен Э., Харрар Д. Основы патологии растений. М., ИЛ, 1959, 540 с.

Сухоруков К.Т. Физиология иммунитета растений. М., АН СССР, 1952, 147 с.

Танский В.И. Влияние саморегуляции агроэкосистем полевых культур на эффективность агротехнических мер защиты растений. /Вест. защ. раст., 1, 2006, с.21-32.

Тарр С. Основы патологии растений. М., 1975, 587 с.

Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. Новосибирск, 2005, 370 с.

Удовенко Г.В. Устойчивость растений к абиотическим стрессам. /IX конгресс ЭУКАРПИИ, 1, JL, 1980, с.3.

Фадеев Ю.Н., Новожилов К.В. Теоретические основы и практическое использование принципов интегрированной защиты растений. /Научные основы защиты растений. ВАСХНИЛ, М., Колос, 1984, с.6-34.

Худенко М.Н., Михайлова В.В. Эффективность гибберсиба. /Кукуруза и сорго, 6, 1986, с.13.

Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотологии. М., 1991, 287 с.

Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Эпифитотология (экологические основы защиты растений). Новосибирск, 1998, 226 с.

Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Чулкин Ю.И., Стецов Г.Я. Агротехнический метод защиты растений. М., Новосибирск, 2000, 336 с.

Шамсутдинов З.Ш. Развитие адаптивной системы селекции и проблемы формирования генофонда кормовых растений. /Генетические ресурсы культурных растений. Тез. докл. Межд. научно-практ. конф. СПб, ВИР, 2001, с.83-85.

Шевелуха В.С. и др. Регуляторы роста в сельском хозяйстве. /Вестник сельскохозяйственной науки, 9, 1985, с.57.

Шилин А.В., Мелихов В.В. Состояние мелиоративного фонда, проблемы и пути их решения. /Вестник АПК, 8, 2006.

Шпанев А.М., Голубев С.В., Зубков А.Ф. Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме. 4. Численная модель биоценоза озимых зерновых культур в Каменной Степи Юго-Востока ЦЧП. /Вестник защиты растений, 4, 2007, с.3-25.

Ячевский А.А. Справочник фитопатологических наблюдений. Ин-т защиты растений, JL, 1930.

Chosh S.K. Virus infection: a host dependent reaction reversible phenomenon. /J. Agr. Sci., 105 (1), 1985, p.141-146.

Comfort A. The biology of senescence. /Reinehort. New

York, 257,1956, p.21.

Evans L.T., Fisher R.A. Yield potential: its definition, measurement, and significance. /Crop Sci., 39, 6, 1999, p.1544-1551.

Ivaschenko V.G., Sotchenko V.S. The resistance of maize to facultative pathogens and its use for selection on heterosis. /XIII-th International Plant Protection Congress. Netherlands, Hague. 2-7 July, 1995, p.679.

Lockwood J.L. Evolution of concepts associated with soilborne plant pathogens. /Ann. Rev. Phytoph., 26, 1988, p.93-121.

Loomis W.E. Translocation of carbohydrates in maize. /Jour. Sci., 9, 2-3, 1945, p.25.

Messaiaen C., Lafon R., Molot P. Mecroscsede racinesse pournitures de tiges et verse parasitaize du mais. /Ann. des Epiphyt. sez, 10, 1959, p.27.

Mc Garraham J.P., Dale R.F. A trend toward a longer grain-filling period for corn: a case study in Indiana. /Agron. J., 76, 4, 1984, p.518-522.

Mesterhazy A. Selection of head blight resistance wheats through improved seedling resistance. /Plant breeding, 98, 1987, p.25-36.

Michniewicz M. Rola regulatorow wrostu we wzajemium odrielywanii rosling gospodarza i drobnost rosow patogenicznyen. /Wiad. Bet., 29, 2, 1985, p.127-136.

Rossielle F.E., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. /Crop Sci., 21, 1981, p.943-946.

Russell W.A. Evaluations for plant, ear and grain traits of maize cultivars representing seven ears of breeding. /Maydica, 30, 1985, p.85-96.

Simons M.D. Relative tolerance of oat varieties to the crown rust fungus. /Phytopathology, 59, 1972, p.1329-1333.

Simmonds N.W. Biol. Rev., 37, 1962, p.422 (цит. по: Жученко, 1980, 347).

Sinclair T.R. Historical changes in harvest index und crop nitrogen accumulation. /Crop Sci., 38, 3, 1998, p.638-643.

Sytlti P. Effects of very small amounts of highly active biological substances on plant growth. /Biol. Agric. Hort., 2, 3, 1985, p.245-269.

Troyer A.F., Rosenbrook R.F. Utility of higher plants densities for corn performance testing. /Crop Sci., 23, 1983, p.863-867.

Ward M. On the question of "Predisposition" and "Immunity in plants". /Proc. Cambridge Phil. Soc., 11, 1902, p.307-328.

White L. The ecology of our science. /Science, 1, 1980, p.72-76.

## TO THE QUESTION ON PHYTOSANITARY STABILIZATION IN AGROECOSYSTEMS

V.G.Ivaschenko

Directions and some opportunities of stabilization of a phytosanitary condition agroecosystems on the basis of the traditional approaches presented as three consistently solved stages are considered. Consideration of a phenomenon of parasitism through evolutionary strategy of plants-owners - their efficiency and adaptability is proved. The various points of view on a problem of self-control of parasitic systems are discussed.

УДК 632.954

## ПРОТИВОСНОСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Н.В. Никитин, Ю.Я. Спиридонов, В.А. Абубикеров, М.С. Раскин

Всероссийский НИИ фитопатологии, Большие Вяземы Московской области

Рассмотрена и обоснована целесообразность замены используемых антисносных грубодисперсных гидравлических распылителей на вращающиеся, обеспечивающие получение узкого спектра капель требуемого оптимального размера и полное отделение из образующегося спектра фракции подверженных сносу мелких.

Эффективность использования гербицидов зависит от многих факторов - химической природы действующего вещества, препаративной формы, дозы, сроков, технологии применения, погодных условий и т.д.

Сложилось так, что в течение многих лет самым слабым звеном в этой цепи является технология применения, от которой зависят эффективность препарата, безопасность для окружающей среды, условия труда обслуживающего персонала.

Возникшее несоответствие между новыми поколениями пестицидов и традиционными технологиями их применения привело к тому, что экологическая опасность защитных мероприятий в меньшей степени исходит непосредственно от пестицидных препаратов, а основной риск обусловлен несовершенством существующих технологий их внесения, при которых потери препарата составляют большую часть от их исходных норм.

В результате многолетних исследований, проведенных во ВНИИФ и других учреждениях Россельхозакадемии с использованием монодисперсных распылителей, было показано, что эффективность опрыскивания вегетирующих растений повышается с уменьшением размера используемых капель, однако наиболее эффективные мелкие капли ( $d \leq 80$  мкм) без принудительного осаждения неуправляемы и сносятся ветром за пределы обрабатываемого участка, что является основным ограничением при выборе их оптимальных размеров (Дунский и др., 1975; Угрюмов и др., 1985; Абубикеров, 2005; Никитин и др., 2005).

В таблице 1 в качестве примера при-

ведено влияние размера капель на фитотоксичность широко применяемых в растениеводстве РФ гербицидов дифезана ВР и димограна ВДГ.

Таблица 1. Влияние размера капель при распылении УМО формы рабочей жидкости (5 л/га) на биологическую активность гербицидов (вегетационные опыты, ВНИИФ, 2006)

Тест-растение	Доза, мл/га (г/га)	Снижение зеленой массы тест-растений (% к контролю) при диаметре капель, мкм	
		150±15	300±30
<b>Дифезан ВР</b>			
Соя	100	99	82
Горчица белая	6	79	71
Дурнишник	100	61	52
<b>Димогран ВДГ*</b>			
Горчица белая	3	80	70
	6	90	79

\*Новый отечественный гербицид в посевах зерновых культур (Кольцов и др., 2007).

На основании собственных многолетних экспериментов и анализа данных зарубежных исследователей можно считать установленным, что при равных условиях применения эффективность использования любого опрыскивателя зависит от величины образуемых капель. В связи с этим, основным препятствием повышения эффективности опрыскивания является проблема сноса пестицидов ветром, которая до настоящего времени остается одной из главных и не решенных проблем химической защиты растений. Это относится не только к авиаметоду, но и к наземным средствам.

Учитывая важность этой проблемы, а в последние годы и недостаток внимания к ней в России, проанализируем различ-

ные варианты ее решения при существующей технологии внесения с использованием штанговых опрыскивателей.

Существующая теория конвективной диффузии оседания примеси в приземном слое атмосферы не позволяет адекватно рассчитать величину сноса капель за пределы обрабатываемого участка при работе штангового опрыскивателя (высота источника  $\leq 0.5$  м), не поддается расчету и процесс уноса мелких ( $d < 30$  мкм) капель восходящими потоками воздуха (Дунский и др., 1982).

Изучению сноса мелких капель посвящено много теоретических и экспериментальных работ, где показано, что даже при устойчивом состоянии приземного слоя атмосферы потеря пестицида через снос при использовании наземных штанговых опрыскивателей с обычными плоскоструйными распылителями ( $d_m = 300$  мкм, ветер 3-5 м/с) достигает  $\leq 20\%$  (Абубикеров, 2005). Так, на расстоянии до 1000 м от обрабатываемого участка были обнаружены капли диаметром  $\leq 20$  мкм, на расстоянии 200 м - 50 мкм.

Величина сноса сильно зависит от скорости испарения используемых капель, поэтому многие годы проводятся исследования по разработке малолетучих рабочих жидкостей, чтобы существенно снизить испарение капель как в процессе их осаждения, так и последующего проникновения препарата в ткани обрабатываемых растений.

В настоящее время малолетучих рабочих жидкостей, рекомендуемых для широкой практики, нет. Нет и стандартных, рекомендованных для практики методик расчета испарения образующегося спектра капель водных растворов пестицидов; эта проблема в России большей частью просто игнорируется, а снос оценивается визуально без учета отдаленных последствий (сжег лесополосу, пострадали чувствительные культуры).

В аспекте влияния на природу и человека к последствиям опасности сноса все общество в последние годы проявляет острый интерес, но нельзя сказать, что в Рос-

сии проблема осознана должным образом и контролируется общественностью.

Современные гербициды (дифезан, линтур и др.) применяют в дозах 0.15-0.2 л/га, то есть при наиболее широко используемой норме расхода рабочей жидкости 200 л/га в образующихся каплях содержится 99.9% воды.

В таблице 2 приведен спектр размеров капель, образующихся при распылении такой жидкости наиболее широко используемым при наземном и авиаопрыскивании стандартным плоскоструйным распылителем "Тиджет" на рекомендуемом режиме, измеренный нами стендовым методом (Дунский и др., 1982), а на основании результатов наших исследований процесса испарения капель воды при распространении в приземном слое атмосферы (рис. 1) рассчитан спектр после испарения из них воды (Дунский и др., 1979).

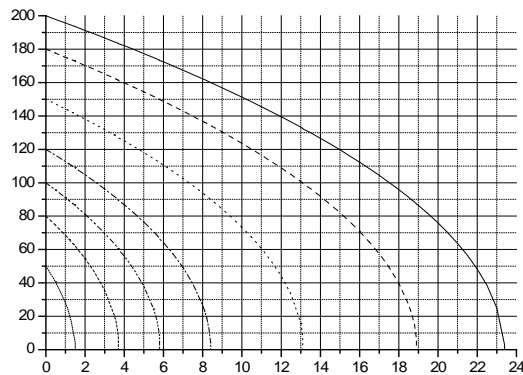


Рис. 1. Скорость испарения капель воды при распространении их в приземном слое атмосферы,  $T = 20^\circ\text{C}$ ,  $W = 50\%$

(Из капель водных растворов гербицидов скорость испарения воды аналогична)

Показано, что даже при наземном опрыскивании вода из капель  $d \leq 80$  мкм, составляющих большинство по числу и 5-6% исходной массы распыливаемой жидкости, испарится раньше, чем они достигнут обрабатываемой поверхности, а диаметр их уменьшится в  $\sim 10$  раз. Спектры размеров капель традиционных плоскоструйных распылителей различных фирм при равных



$d_m$  аналогичны. При такой технологии с учетом дальнейшего увеличения активности и уменьшения доз препаратов нового поколения величина и уровень опасности сноса могут возрастать.

Самый простой способ решения проблемы сноса известен - использовать, как и 30 лет назад, грубодисперсные режимы распыления, когда в образующемся спектре нет мелких ( $d \leq 80$  мкм) ка-

пель или их доля ничтожно мала.

Общеизвестно, что для грубодисперсного аэрозоля при механическом распылении жидкости (центробежные, щелевые и вращающиеся распылители) доля мелких капель в образующемся спектре дисперсности зависит от их среднего диаметра, а спектр их размеров хорошо согласуется с известным уравнением Розини-Раммлера (Фукс, 1955).

Таблица 2. Спектр размеров капель (по числу N и массе g%) при распылении рабочей жидкости распылителем XR 110-04 P= 0.3 МПа (0.2 л препарата в 200 л воды, T= 20°C, W= 60%)

Средний диаметр капель, мкм	N, шт.	g, %	Время полного испарения воды из раствора, с	Время оседания капли с высоты 0.5 м, с	Диаметр капли после испарения воды, мкм
15	5655	0.16	0.1	60.0	1.5
40	1960	0.98	1.1	11.0	4.0
75	675	2.24	4.0	3.5	7.5
100	551	4.33	7.0	2.0	10.0
200	181	11.41	28.0	0.7	20.0
300	92	19.57	63.0	0.4	30.0
400	27	13.61	110.0	0.3	40.0
500	8	7.98	180.0	0.3	50.0
600	3	5.44	250.0	0.2	60.0

В таблице 3 приведены расчетные значения доли мелких капель ( $d \leq 80$  мкм) в спектрах дисперсности, образуемых распылителями, для которых известны спектры размеров капель и методика их определения (Абубикеров, 2005). Распределение размеров капель характеризуется двумя параметрами -  $d_m$  (медианно-массовый диаметр капель) и  $a$  (степень полидисперсности).

Из анализа таблицы 3 следует, что

такие распылители на грубодисперсных режимах при  $d_m \geq 400$  мкм можно использовать для существенного уменьшения сноса при внесении гербицидов.

Анализ характеристик наиболее часто используемых типоразмеров зарубежных стандартных плоскоструйных сопел показывает, что при  $d_m \geq 400$  мкм норма расхода рабочей жидкости при скорости движения опрыскивателя 9 км/ч составит  $\geq 400$  л/га (табл. 4).

Таблица 3. Расчетные значения весовой доли G% капель  $d < 80$  мкм в зависимости от  $dm$  и  $a$  в спектрах, образуемых различными типами распылителей

Тип распылителя		$a$	G%, $d \leq 80$ мкм						
			$dm$ , мкм						
			150	200	250	300	400	500	600
Вращающиеся на полидисперсных режимах	дисковые	2.63	12.4	6.0	3.4	2.1	1.0	0.6	0.3
	сетчатые барабаны	2.52	13.3	6.7	3.8	2.4	1.2	0.7	0.4
	плоскоструйные (зарубежные)	2.48	13.5	6.8	4	2.5	1.3	0.7	0.5
Гидравлические	плоскоструйные (отечественные)	2.49	13.6	6.9	4	2.6	1.3	0.7	0.5
	вихревые	2.41	14.1	7.3	4.4	2.8	1.4	0.8	0.5
	дефлекторные	2.39	14.3	7.5	4.4	2.9	1.3	0.9	0.6

Таблица 4. Сравнительные характеристики стандартных и инжекторных плоскоструйных распылителей типоразмера 04 и 08 (вода, давление 0,3 МПа, скорость движения опрыскивателя 9 км/час)

Тип распылителя	Расход, л/мин	Норма расхода, л/га	Средний размер капель $d_m$ , мкм
<u>Стандартные</u>			
XR 110-04			
LU 120-04	1.58	~200	~270 (табл. 1)
04 F 110			
ST 110-04			
<u>Инжекторные</u>			
ID 120-04*	1.58	200	550
IDK 120-04			490
<u>Стандартные в режиме антисносных</u>			
LU 120-08			
08 F 110	3.16	~430	~530
ST 120-08			

\*Приведенные значения средних весовых ( $d_v$ ) размеров капель для инжекторных распылителей взяты нами из рекламных проспектов, так как используемый нами стендовый метод откалиброван для определения спектров с  $d_m \leq 500$  мкм, а для инжекторных распылителей  $d_m \sim 1.2d_v$ .

Зарубежными фирмами (Teejet, Lechler, Lurmark и др.) разработаны и широко рекламируются инжекторные плоскоструйные антисносные распылители, которые в сравнении со стандартными плоскоструйными при одинаковых условиях (давление в системе и расход жидкости) за счет особенностей используемого двухступенчатого механизма распыления образуют более грубодисперсный спектр размеров капель с увеличением  $d_m$  в 2 раза (табл. 4).

Такие распылители, сохраняя грубодисперсный спектр ( $d_v = 500-600$  мкм) с уменьшенной долей мелких капель (в сравнении с обычными плоскоструйными), позволяют снизить  $\sim$  в 2 раза норму расхода рабочей жидкости (вместо 400 можно 200 л/га), что увеличит производительность процесса опрыскивания в  $\sim 1.4$  раза и снизит затраты на него в  $\sim 1.7$  раза.

Одна из основных причин широкого использования распылителей такого типа в том, что в большинстве стран Западной

Европы действует и выполняется законодательство по защите окружающей среды, в котором основное внимание уделяется проблеме сноса пестицидов за пределы обрабатываемого участка.

Вращающиеся распылители за счет изменения частоты вращения могут обеспечить требуемое более качественное грубодисперсное распыление при любых расходах рабочей жидкости. Нами выявлены режимы, когда при  $d_m \geq 500$  мкм в образующем спектре нет капель  $d < 80$  мкм (Абубикеров, 2005). Однако, вероятно из-за их более сложного конструктивного исполнения и дефицита знаний об их преимуществах они не получили широкого распространения в штанговых опрыскивателях.

Испытывались в производственных условиях и отечественные дефлекторные инжекторные распылители с аналогичными зарубежным характеристиками (Шершабов и др., 1984), но их внедрение в практику не реализовано. Один из недостатков таких распылителей - существующая возможность засорения атмосферной пылью отверстий для забора воздуха в инжектор.

Результатами наших многолетних исследований установлено, что биологическая и хозяйственная эффективность гербицидов системного действия определяется плотностью (густотой) покрытия обрабатываемой горизонтальной поверхности каплями и практически не зависит (при постоянной дозе препарата и плотности покрытия каплями оптимального размера 150-250 мкм  $N \geq 30$  шт/см<sup>2</sup>) от нормы расхода рабочей жидкости (Дунский и др., 1975; Никитин и др., 2003, 2005; Абубикеров, 2005). При  $d_m = 450$  мкм и плотности покрытия  $N = 30$  шт/см<sup>2</sup> ориентировочная расчетная норма расхода рабочей жидкости  $\sim 130$  л/га, но в образующем спектре половина объема жидкости заключена в каплях  $d > 450$  мкм.

Большинство исследователей считают, что диаметр капель  $d \geq 350$  мкм является критическим для водных растворов с поверхностным натяжением  $\geq 40 \cdot 10^{-3}$  Н/м,

так как они плохо удерживаются на листовой поверхности большинства обрабатываемых растений (Дунский и др., 1982; Никитин и др., 2005).

В этой связи, при  $d_m > 450$  мкм доля капель, удерживаемых целевым объектом, уменьшается и норма расхода 130 л/га может быть недостаточно эффективной, так как не будет достигнута требуемая плотность покрытия  $N \geq 30$  шт/см<sup>2</sup> (по международным стандартам ISO для гербицидов  $N = 20 \div 30$  шт/см<sup>2</sup>), что и подтверждают результаты анализа литературных источников, где показано, что при грубодисперсных режимах распыления ( $d_m > 450$  мкм) минимальная норма расхода водных растворов рабочих жидкостей  $\geq 200$  л/га (Robinson et al., 2001).

Из рекламных проспектов фирм "Syngenta" и "Lechler" следует, что крупнокапельные инжекторные распылители являются сегодня стандартом высокого качества опрыскивания (Хорошие распылители, 2006). Однако такие распылители, решая частично (в образующемся спектре дисперсности присутствуют по объему (~1%) капли с  $d < 80$  мкм) только одну задачу - уменьшения сноса препарата за пределы обрабатываемого участка (без увеличения производительности процесса опрыскивания и снижения себестоимости приема в сравнении с обычными плоскофакельными распылителями), создают другую проблему - увеличение потерь препарата за счет оседания его на почву. Мы считаем, что это необоснованно упрощенное представление о сложном и многообразном механизме влияния используемого спектра размеров капель на эффективность опрыскивания. Необходимо учитывать положение о том, что эффективность опрыскивания в значительной степени зависит от коэффициента захвата - доли капель рабочего раствора, удерживаемого целевым объектом. К стандартам высокого качества опрыскивания следует относить не крупнокапельные полидисперсные распылители, а распылители, образующие узкий спектр капель оптимального размера.

Общеизвестно, что чем грубодисперснее распыление рабочей жидкости, тем большая ее часть попадает на почву (Дунский и др., 1982).

Так, в наших опытах установлено, что при наиболее широко применяемой в России технологии внесения гербицидов с использованием обычных плоскоструйных распылителей (200 л/га,  $d_m \sim 300$  мкм, табл. 2) при обработке зерновых колосовых культур в фазу начала кущения на почву попадает >50% препарата, а пропашных в рекомендуемые стадии их развития >70%.

При использовании грубодисперсных распылителей ( $d_m \geq 450$  мкм) количество препарата, оседающего на почву, будет намного больше (одна осевшая капля  $d = 600$  мкм по массе равна 64 каплям  $d = 150$  мкм, то есть содержит в 64 раза больше препарата).

Возникает дискуссионный вопрос - что опаснее в экологическом плане - проблема последствий от сноса препарата за пределы обрабатываемого участка или проблема ущерба почвенному плодородию вследствие отрицательного действия остаточных количеств действующего вещества препаративной формы на последующие культуры, а также опасность получения экологически неприемлемой сельскохозяйственной продукции, загрязненной остатками пестицидов?

Мы считаем, что для большинства гербицидов снос более опасен, так как при используемой технологии на почву всегда попадает большая часть препарата, и нежелательные последствия от ее ожидаемого загрязнения и способы их устранения должны учитываться при регистрации препаратов Госхимкомиссией РФ с помощью надежных способов прогноза возможного ущерба от их массового применения.

Поэтому для внесения таких гербицидов следует, прежде всего, использовать грубодисперсные антисносные распылители, но с обязательным учетом их эксплуатационных качеств применительно к различным типам почв регионов России.

В последние годы постоянно возрастает внимание к проблеме экологизации защиты растений. Наряду с использованием инжекторных антисносных распылителей вместо стандартных внедряются энергоемкие дорогостоящие штанговые опрыскиватели с воздушным сопровождением тех же стандартных распылителей, позволяющие наполовину уменьшить снос мелких капель и на 20-30% снизить рекомендуемые нормы применения пестицидов (Клочкова и др., 2006).

Однако это также только частичное решение проблемы, так как мелкие капли ( $d < 40$  мкм), наиболее подверженные сносу, ведут себя в соответствии с физическими закономерностями инерционного осаждения на обтекаемом препятствии; они не оседают на растениях и будут снесены за пределы обрабатываемого участка (Амелин и др., 1956).

Недостатки рекламируемых антисносных технологий опрыскивания с использованием как стандартных с воздушным сопровождением, так и инжекторных антисносных полидисперсных гидравлических распылителей известны - капли водных растворов  $\leq 80$  мкм не достигают обрабатываемого объекта и уносятся за пределы обрабатываемого участка, а капли  $d \geq 400$  мкм малоэффективны и загрязняют почву.

За последние годы исследования, проведенные в Институте проблем химической физики РАН, показали, что гербициды даже в очень низких концентрациях способны вступать во взаимодействие с компонентами растительной клетки и пагубно влиять на жизнеспособность растений (Саратовских и др., 1999).

В растениеводстве России в последние годы широко используются гербициды четвертого поколения из производных сульфонилмочевины. Исследованиями, проведенными во ВНИИФ, показано, что гербицидная активность препаратов этого класса широко варьирует в зависимости от свойств почвы, погодных условий, ботанических особенностей культурных и сорных растений (Спиридонов и др., 2003).

Многие из широко применяемых в

России химических соединений этого класса обладают высокой стойкостью к деградации в нейтральных почвах. Именно по этой причине массовое применение гербицидов данного класса с использованием любых (грубодисперсных и обычных) распылителей должно сопровождаться мониторинговыми наблюдениями за их остатками в почве с целью своевременного выявления возможного отрицательного последствия остаточных количеств действующего вещества препаратов на урожай чувствительных культур в севооборотах.

Обладая уникальной биологической активностью, гербициды четвертого поколения требуют и высококачественного подхода к их использованию. В отделе гербологии ВНИИФ более 30 лет проводятся комплексные исследования по разработке научно обоснованной технологии их внесения, обеспечивающей при минимальных нормах расхода максимальную эффективность, экономичность и экологическую приемлемость приема.

Основой такой технологии является использование вращающихся распылителей, обеспечивающих распыление рабочих растворов на однородные капли оптимального для конкретной пестицидной обработки размера с полным отделением из образующегося спектра фракции мелких ( $d \leq 80$  мкм) капель, подверженных сносу. В частности, для гербицидов оптимальный размер капель выбирался нами с условием получения максимального биологического эффекта при минимальном сносе и загрязнении почв их остатками, он составил  $\sim 250$  мкм для водных растворов с расходом  $> 10$  л/га и 150 мкм для УМО формы рабочей жидкости с расходом 5-10 л/га.

На рисунке 2 приведена схема распылителя, а в таблице 5 результаты его стендовых испытаний (Абубикеров, 2005).

Штанговый опрыскиватель и антисносная технология опрыскивания гербицидами (норма расхода УМО формы малоспаряющейся рабочей жидкости 5-10 л/га, средний размер капель  $d_m = 150$  мкм,  $N \geq 30$  шт/см<sup>2</sup>, расчетный снос с вы-

соты 0.5 м равен скорости ветра м/с) прошли широкие многолетние испытания в разных климатических зонах России (Абубикеров, 2005). Качество распыления рабочих растворов гербицидов удовлетворяет всем требованиям стандартов ВВА (Немецкого федерального биологического комитета) и близких к нему требований европейских норм (EN 12761-2), в соответствии с которыми в образующемся спектре дисперсности без использования дополнительных средств осаждения весовая доля капель водных растворов  $d \leq 115$  мкм должна быть не более 10% (табл. 5).

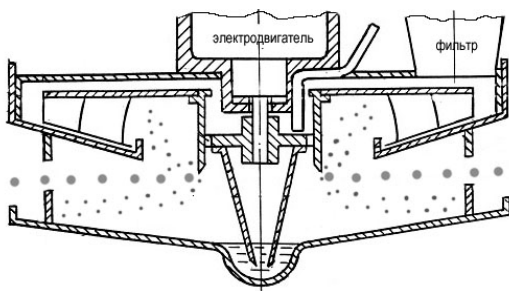


Рис. 2. Схема распылителя с отделением мелких капель поперечным воздушным потоком

Таблица 5. Спектр размеров капель (весовая доля г, %), образуемых вращающимся распылителем ( $\varnothing$  60 мм,  $n=3.5-4.3$  тыс. об/мин, расход 0.1 и 0.2 л/мин, ширина захвата 1 м) с сепарацией мелких капель

Рабочие растворы гербицидов (0.2 л/га препарата), $N \geq 30$ шт/см <sup>2</sup>				
Диаметр ры ка- пель, мкм	УМО форма* 5		Водные растворы**	
	л/га, $d_m=150$ мкм	10 л/га, $d_m=250$ мкм	г, %	$\Sigma$ г, %
10-50	0	0	0	0
51-80	1.1	1.1	0	0
81-110	6.8	7.9	1.3	1.3
111-140	26.2	34.1	6.3	8.6
141-180	51.5	84.6	18.3	26.9
181-220	15.4	100.0	31.9	58.8
221-250			21.8	80.6
251-280			12.2	92.8
281-320			7.2	100.0

\*После испарения летучих компонентов диаметр капель уменьшается в 1.2 раза. \*\*То же в 3.5 раза. Отделять необходимо капли, диаметр которых при оседании с высоты 0.5 м за счет испарения составит  $\leq 50$  мкм.

Любой используемый распылитель должен обеспечить не только оптимальное качественное распыление рабочей жидкости и последующее ее равномерное распределение по обрабатываемой площади, но и максимальное осаждение и удерживание используемых капель на целевом объекте.

Из этих основных показателей для вращающихся распылителей самым сложным, требующим специальных профессиональных знаний, является равномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата.

Проведенные и опубликованные нами расчеты и данные эксперимента (Абубикеров, 2005) показывают, что равномерность повышается с уменьшением диаметра образующегося факела и размера капель. Так, при отсутствии ветра распылители 60 мм с сепарацией мелких капель (используемые капли  $d_m = 150-250$  мкм), установленные на штанге с шагом 0.8-1 м, обеспечивают при скорости перемещения  $\sim 8$  км/ч и  $G \geq 5$  л/га значение коэффициента вариации (по числу капель  $N_{шт/см^2}$  и  $G_{л/га}$ ),  $C_v \leq 10\%$ . При увеличении диаметра факела и шага установки равномерность ухудшается и значения  $C_v > 10\%$ .

В реальных условиях поля  $C_v$  зависит от скорости и направления ветра, характера стеблестоя, скорости движения агрегата, нормы расхода рабочей жидкости, используемой методики оценки и т.д. По результатам наших многолетних полевых опытов (распылитель 60 мм, капли  $d_m \sim 180$  мкм,  $Q = 5-10$  л/га,  $V = 8$  км/ч, контрольные точки с шагом  $\leq 0.5$  м, двойное наложение волн, скорость ветра  $\leq 5$  м/с) значения  $C_v$  для  $N_{шт/см^2}$  варьировали от 8 до 20%.

Стандартные и антисносные плоскофакельные распылители при рекомендуемых нормах расхода  $G_{л/га}$  обеспечивают более равномерное распределение рабочей жидкости по ширине захвата, но намного уступают предлагаемому нами вращающимся с узким спектром размеров капель по основному показателю при обработке вегетирующих растений -

удерживанию капель на целевом объекте.

Полученные положительные результаты использования вращающихся распылителей позволили Россельхозакадемии в 1999 г. рекомендовать их внедрение в широкую практику.

Несмотря на известные преимущества, о которых говорится уже более 15 лет, такая технология пока не востребована сельским хозяйством. Новое всегда вызывает отторжение, для его утверждения необходимы время и объективная информация.

Однако одна из основных причин - получение и использование аэрозолей с оптимальным спектром капель требуемого размера относится к высоким, дорогостоящим технологиям, а процесс ее внедрения совпал с распадом СССР и последующими известными негативными процессами в аграрной политике, допущенными при реформировании АПК с лишением его государственной финансовой поддержки. Головные организации, отвечающие за технический прогресс в области разработки средств механизации защиты растений, оказались за пределами России, и взамен им ничего создано не было. Утрачены кадровый потенциал, системность и преемственность разработки инноваций, а важнейшее направление в целом переживает глубокий кризис. Отсутствует система, объединяющая науку и передовой опыт АПК.

Из-за отсутствия экономических механизмов внедрения научные разработки в области сельского хозяйства всегда были маловостребованы производством, а в последние 15 лет анализ схемы их внедрения показывает, что научные исследования с опережающим развитием новых технологий и реальное производство идут независимыми параллельными путями.

С целью завершения наших многолетних исследований и внедрения предлагаемой технологии мы в 2006 г. приняли

конкурсное участие в проекте федеральной целевой программы "Национальные системы химической и биологической безопасности РФ (2006-2010 гг.)".

Однако в реальной жизни такие вопросы решаются не профессионалами, а менеджерами через финансовую заинтересованность определенных лиц, которые выгоднее закупать и эксплуатировать импортные технологии, чем финансировать венчурные отечественные разработки.

Таким образом, анализируя вышеизложенное, полагаем, что основой антиносных технологий должны быть не гидравлические крупнокапельные полидисперсные распылители, а вращающиеся, с узким оптимальным спектром размера капель для каждого конкретного случая и полным отделением из обрабатываемого спектра дисперсности фракции подверженных сносу мелких капель.

Прототипом такого рода технологии может быть разработанный и испытанный нами штанговый опрыскиватель с вращающимися распылителями, позволяющий применять гербициды с нормой расхода УМО формы рабочей жидкости 5-10 л/га и средним размером однородных капель  $d_m = 150$  мкм при плотности покрытия  $N \geq 30$  шт/см<sup>2</sup> (Спиридонов и др., 1998; Никитин и др., 2003; Абубикеров, 2005).

С реализацией этого варианта будет кардинально решена не только основная экологическая задача - проблема сноса аэрозоля препаратов за пределы обрабатываемого участка, но и за счет уменьшения физических потерь в сравнении с грубодисперсными антисносными распылителями будет достигнуто снижение рекомендуемых доз препаратов в 1.5-2 раза, повышение производительности приема в ~2 раза и снижение затрат на опрыскивание в ~3 раза.

#### Литература

Абубикеров В.А. Совершенствование технологии и технических средств для внесения пестицидов: Автореф. канд. дисс. М., 2006, 25 с.

Амелин А.Г., Беляков И.М. Осаждение частиц из потока на обтекаемых предметах. /Коллоидный

журнал, XVIII, 4, 1956, с.388-394.

Дунский В.Ф., Никитин Н.В., Соколов М.С. Монодисперсные аэрозоли. М., Наука, 1975, 188 с.

Дунский В.Ф., Никитин Н.В. Испарение капель при распространении аэрозоля в атмосфере.

/Физика атмосферы и океана, 2, 1979, с.226-229.

Дунский В.Ф., Никитин Н.В., Соколов М.С. Пестицидные аэрозоли. М., Наука, 1982, 288 с.

Клочков В.А., Клочкова В.С., Маркевич А.Е. Работа опрыскивателя с использованием дополнительного воздушного потока. /Земледелие и защита растений, Республика Беларусь, 5, 2006, с.39-41.

Кольцов Н.С., Спиридонов Ю.Я., Ремизов А.С. и др. Гербицидный состав и способ борьбы с сорными растениями. Пат. 2304387 РФ от 20.08.07 по заявке № 2006115302 с приоритетом от 05.05.06.

Никитин Н.В., Спиридонов Ю.Я., Абубикеров В.А. Эффективная технология применения дифезана и фенфиза. /Защита и карантин растений, 10, 2003, с-40-42.

Никитин Н.В., Спиридонов Ю.Я., Абубикеров В.А. и др. Влияние нормы расхода, свойств и качества распыления рабочей жидкости на эффективность и экологическую приемлемость приема опрыскивания посевов с.-х. культур гербицидами. /Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства. Матер. 3-го Междунар. научно-произв.

совещ. Голицыно, РАСХН-ВНИИФ, 2005, с.542-556.

Саратовских Е.А., Панина Р.И., Кондратьева Т.А. Механизм токсичности малых концентраций гербицидов. /Цитология, 41, 1999, с.308-309.

Спиридонов Ю.Я., Никитин Н.В., Раскин М.С. Новому поколению пестицидов - новую технологию применения. /Агро XXI, 3, 1998, с.6-8.

Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е. Последствие гербицидов на основе метсульфурон-метила. /Защита и карантин растений, 3, 2003, с.30-31.

Угрюмов Е.П., Денисенкова Н.Р., Савва А.П., Доценко А.М. Зависимость гербицидной активности глифосата от условий и способа применения. /Агрохимия, 4, 1985, с.94-99.

Фукс Н.А. Механика аэрозолей. М., АН СССР, 1955, 351 с.

Хорошие распылители - высокий эффект обработок: рекламные материалы фирмы Lechler. /Защита и карантин растений, 5, 2006, с.44-45.

Шершабов И.В., Шална А. Эжекционный распылитель. /Защита растений, 8, 1984, с.14-16.

Robinson T.H. et al. Weeds. Proc. of an Intern. Conf., 2, 2001, p.671-676.

#### ANTI-DRIFT TECHNOLOGY FOR APPLICATION OF NEW GENERATION HERBICIDES

N.V.Nikitin, Yu.Ya.Spiridonov, V.A.Abubikerov, M.S.Raskin

Advisability of substitution of used now anti-drift coarsely dispersed hydraulic sprayers in rotating ones giving drops of narrow spectrum and optimal dimension and providing separation of small drops subjected to drift is considered and proved.

УДК 635.21:632+631.521(470)

## РОЛЬ СОРТА И АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

С.М. Синицына\*, Т.А. Данилова\*, О.В. Тюпышева\*\*, Л.А. Попова\*\*

\*Северо-Западный научно-методический центр Россельхозакадемии, Санкт-Петербург

\*\*Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Показана возможность получения урожая картофеля на уровне 48,4 т/га в условиях Архангельской области при выращивании сортов, адаптированных к местным условиям, и применении высокой технологии (ВТ). Установлено, что роль сорта и отдельных агротехнических приемов в формировании урожайности картофеля изменяется в зависимости от почвенных и погодных условий проведения опытов. Выявлены факторы, лимитирующие урожайность культуры в пункте проведения опытов. Степень снижения общей урожайности картофеля в зависимости от неблагоприятных погодных условий у разных сортов колебалась от 4 до 50%. При этом вклад сорта в формирование урожайности картофеля достигал 47%. Исключение из ВТ отдельных агротехнических приемов приводило к изменению урожайности от +5% до -18%, а всех приемов (низкая технология - НТ) - до -72% и -80% в зависимости от года опыта. Защита клубней от патогенов оказалась в условиях опыта в 2 раза более эффективной и стабильной по годам (8,1 т/га или 18%), чем защита растений в поле (4,4 т/га или 9,5%).

Урожайность картофеля - интегральный показатель, зависящий от большого количества факторов, действующих на растения на всех этапах его роста и развития. Можно выделить четыре главных фактора, определяющих урожайность картофеля: погодные условия, почва, генотип сорта и технология.

Из климатических факторов наиболее существенное влияние на урожайность оказывают такие, как продолжительность периода вегетации растений, сумма эффективных температур, количество и равномерность выпадения осадков. Причем последний фактор в последние годы становится ведущим. Специалистами введено понятие "климатически обеспеченной урожайности". Для Севера и Северо-Запада РФ ее величина составляет 35 т/га с вероятностью 0,7, то есть такая урожайность обеспечивается семь лет из десяти (Фомин и др., 2005).

Почвенно-климатические особенности Европейского Севера накладывают свои ограничения на производство картофеля. Короткий период вегетации не позволяет возделывать потенциально более урожайные среднеспелые и позднеспелые сорта. Избыточное увлажнение почв, особенно в осенний период, затрудняет механизированную уборку урожая. Уровень урожайности и выбор техники огра-

ничиваются также сильной засоренностью пашни камнями и низким уровнем ее плодородия и окультуренности.

Неблагоприятное воздействие метеорологических факторов до некоторой степени можно компенсировать выращиванием скороспелых холодостойких сортов, адаптированных к условиям региона, и применением соответствующих агротехнических приемов. Хозяйства имеют большие возможности для выбора сорта. Так, в Госреестр РФ (2007) по первому (Северному) региону включено и рекомендовано для возделывания более 20 сортов. Биологический потенциал отечественных сортов картофеля оценивается в 50-60 т/га качественной продукции. Однако этот потенциал реализуется лишь на 15-25%. Так, средняя урожайность картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах составляет около 13 т/га, в личных подсобных хозяйствах - 9,9 т/га, что значительно ниже возможностей современных сортов.

М.Аlcock в 1967 г. утверждал, что потенциальный урожай картофеля равен 90 т/га (Макаров, 1984). В Великобритании в 1971-1981 гг. с целью разработки системы получения максимальной урожайности картофеля группой специалистов была поставлена серия однофакторных и многофакторных научных и про-



изводственных опытов в 80 пунктах. В среднем по годам урожайность сорта Pentland Crown в опытах колебалась от 70 до 94.4 т/га. Урожайность других сортов составляла 80-90% от уровня данного сорта. В 1981 г. в опытах по максимизации урожайности даже в Шотландии, где в мае из-за холодной погоды рост картофеля затруднен, сорт Maris Piper дал 107 т/га. Одной из основных причин варьирования урожайности в опытах по годам было количество доступной для растений картофеля влаги. Так, в вариантах без полива в 1977 г. урожайность сортов снизилась до 29.5-32.6 т/га и была значительно ниже расчетной.

Важным фактором, влияющим на эффективную реализацию потенциала сортов, является технический и технологический уровень производства. В настоящее время в соответствии с Федеральным регистром России выделяются три уровня технологии производства картофеля - высокая (ВТ), интенсивная (ИТ) и традиционная (ТТ). Высокая технология обеспечивает получение устойчивых урожаев на уровне "климатически обеспечиваемых" при затратах труда до 6 чел.-час./т продукции. Многочисленные исследования показывают, что техноло-

гия возделывания картофеля должна быть гибкой. Конкретные технологические мероприятия и комплекс машин следует выбирать в зависимости от почвенно-климатических и погодных условий, состояния хозяйства, его ресурсных возможностей, целевого назначения товарной продукции и др. (Симаков и др., 2005). В основу разрабатываемых технологий должен быть положен принцип получения максимальной урожайности при эффективном использовании имеющихся ресурсов и экологичности.

Целью наших исследований являлась оптимизация технологии возделывания новых и перспективных сортов картофеля для условий Европейского Севера. В задачу исследований входила разработка высокой технологии, обеспечивающей получение максимальной, экономически обоснованной урожайности картофеля, и установление роли отдельных агротехнических приемов в ее формировании. Таких данных, особенно по новым сортам, в литературе недостаточно, а учет вклада основных агроприемов в урожайность необходим для принятия оперативных решений по изменению плановой технологии в связи с конкретными условиями погоды и производства.

### **Методика исследований**

Исследования проводились на Холмогорской опытной станции животноводства и растениеводства (ХОСЖиР) Архангельского НИИСХ в 2006-2007 гг. по методике, разработанной отраслевым отделом СЗНМЦ Россельхозакадемии.

Почвы опытных участков ХОСЖиР дерново-слабоподзолистые, среднесуглинистые, хорошо окультуренные, слабокислые - рН 5.9, содержат 5.15% органического вещества, 1214 мг/кг  $P_2O_5$ , 431 мг/кг  $K_2O$ . Предшественник - однолетние травы (вико-овсяная смесь). Площадь опытного участка - 0.1 га, делянки - 14.7 м<sup>2</sup>, повторность - 4-кратная, размещение делянок рендомизированное. Семенной материал - элита сортов Елизавета (10 вариантов), Сударыня (1 вариант) и Холмогорский (1 вариант).

Отраслевым отделом СЗНМЦ Россельхозакадемии при участии ученых

научных учреждений региона (АФИ, ВИЗР, ВНИИСХМ, СЗНИИМЭСХ, Архангельский НИИСХ и др.) была разработана высокая технология (ВТ) выращивания картофеля, рассчитанная на получение максимально высокой урожайности в условиях Европейского Севера.

Опыт включал 12 вариантов. Контролем служил вариант выращивания сорта Елизавета при ВТ. Восемь вариантов отличались от контроля исключением отдельных технологических приемов: 1- органических удобрений, 2- минеральных удобрений, 3- защиты клубней; 4- защиты растений; 5- экстрасола при обработке клубней и растений, 6- гербицидов, 7- другая схема посадки 90×22 см вместо 70×29 см, 8- механизированной обработки посадок, 9- исключены практически все агроприемы (НТ- низкая технология); в

10 и 11 вариантах - по ВТ выращивались новые для региона сорта Сударыня и Холмогорский.

Высокая технология разработана с учетом того, что в Архангельской области картофель преимущественно выращивается по традиционной гребневой технологии с междурядьями 70 см и с применением отечественной техники. Подготовка участка перед посадкой включала следующие работы: внесение органических удобрений в дозе 60 т/га (МТЗ-82 и разбрасыватель РОУ-6); вспашка с заделкой органических удобрений на глубину 22-25 см (МТЗ-82 и плуг ПН-3-35); сплошная культивация и нарезка гребней (МТЗ-82 и культиватор КРН-4.2). Минеральные удобрения в дозе  $N_{80}P_{60}K_{80}$  были внесены вразброс перед культивацией (2/3 дозы) и в рядки при посадке (1/3 дозы) в соответствующих 10 вариантах. Расчет доз минеральных удобрений для ВТ проведен с учетом агрохимической характеристики опытного участка, коэффициента использования ФАР и с ориентацией на получение максимальной климатически обеспеченной урожайности (Каюмов, 1977; Ганусевич, 1978; Семенов, 1983).

Расчетные дозы внесения удобрений согласуются с рекомендациями А.Н.Небольсина и др. (2003). В частности, по его данным, на почва слабо- и среднеокulturенных на фоне навоза до 40-60 т/га оптимальной дозой азотных удобрений следует считать не более 90 кг д.в./га, а на хорошо окультуренных - до 60 кг д.в./га. При высоком содержании подвижного фосфора и калия в почве их внесение целесообразно в дозах, компенсирующих вынос этих элементов урожаем.

В литературе описаны случаи снижения урожайности при применении некоторых приемов ее максимизации, таких как повышенные дозы удобрений, крупный посадочный материал, загущенная посадка и даже проращивание клубней (Evanse, 1975; Evanse et al., 1978; Gunn, 1978). Анализируя данные наших предыдущих опытов по экологическому сортоиспытанию картофеля в Северо-Западном регионе РФ, мы также столк-

нулись с проблемой снижения урожайности при внесении повышенных и высоких доз минеральных удобрений (по 120 и 160 кг д.в./га каждого из элементов НРК), особенно в условиях Мурманской и Холмогорской опытных станций. Повышенные дозы удобрений в Мурманской области оказывали отрицательное влияние на урожайность в девяти случаях из 15. В среднем за три года по пяти изученным сортам в вариантах с высокими дозами удобрений урожайность (16.5 т/га) была ниже на 1.2 т/га по сравнению с контрольным вариантом ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ). Эти факты можно объяснить или угнетающим действием на растения повышенной концентрации минеральных солей или усилением ростовых процессов, затягиванием вегетации в условиях короткого безморозного периода северного лета в ущерб формированию клубней.

В более южных районах региона, на Холмогорской ОСЖиР средняя урожайность в опытных и контрольном вариантах была практически одинаковой (25.7 и 25.4 т/га). Отрицательное действие проявилось только в двух случаях из 15. В семи опытах не отмечено достоверной изменчивости признака под влиянием разных доз удобрений. В условиях Ленинградской и Калининградской областей наблюдались лишь единичные случаи отрицательного действия повышенных доз удобрений. Поэтому в опытах по разработке ВТ картофеля для Архангельской области мы ориентировались на внесение сбалансированных невысоких доз удобрений, принимая во внимание и повышенное содержание основных элементов питания в почвах опытных участков.

Подготовка семенного материала включала прогревание клубней в течение 10-12 дней при температуре 12-15°C, профилактическую обработку клубней за 1-3 дня до посадки контактным фунгицидом максим 25 КС в дозе 0.4 л/т, опрыскивание клубней 10% раствором биопрепарата экстрасол 55 непосредственно в поле перед посадкой из расчета 1 л 10% раствора на 100 кг клубней. Обработка клубней препаратом максим 25 КС предупреждает развитие комплекса патоген-

нов, а в условиях северных районов она особенно эффективна против ризоктониоза, вредоносность которого возрастает при посадке в недостаточно прогретые почвы. Препарат экстрасол 55, созданный на основе чистых культур ризосферных и азотфиксирующих бактерий и их метаболитов, обладает фунгицидно-стимулирующим действием на растения, повышает их продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам. Применение его повышает экологическую безопасность окружающей среды за счет уменьшения доз и кратности применения химических средств.

Посадка клубней картофеля осуществлялась в опыте вручную в конце мая в предварительно нарезанные гребни на глубину 6-8 см в 11 вариантах опытов по принятой в области схеме 70×29 см, обеспечивающей густоту посадки 49,3 тыс. кустов на гектар. Включение варианта с шириной междурядий 90 см связано с ближайшей перспективой производства серии отечественных универсальных пропашных тракторов классической компоновки третьего тягового класса (Кировец 3000 АТМ и др.) с широкими шинами (53 см). Увеличение ширины междурядий при их использовании позволит снизить уплотнение почвы в гребнях при проведении междурядных обработок. Причем за счет более уплотненной посадки клубней в рядах при схеме 90×22 см густота посадки в этом варианте составляла 50,5 тыс. кустов на гектар и была практически одинаковой с контрольным вариантом.

Уход за посадками картофеля включал их довсходовую обработку ротационными боронками и окучивание растений (в 2006 г. - два, а в 2007 г. - одно),

применение гербицида зенкор в дозе 0,7 кг/га через 20-25 дней после посадки; опрыскивание растений биопрепаратом экстрасол 55 в фазу бутонизации - цветения; однократную (при слабом развитии фитофтороза) обработку посадок системным препаратом танос ВДГ - 0,6 кг/га при смыкании ботвы в рядке; скашивание ботвы за 14 дней до уборки. Защитные мероприятия проводились в соответствии с разработанным ВИЗР технологическим регламентом. Комплекс мероприятий по уходу за посадками должен был обеспечить при наименьших затратах труда и средств содержание почвы в рыхлом состоянии, без сорной растительности и формирование здоровых растений.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения, определялась полевая всхожесть, выравненность и густота посадок по всходам, оценивалась пораженность растений болезнями и вредителями в условиях естественного фона, определялась общая и товарная урожайность по каждому варианту опыта (сплошным методом) и структура урожая.

Послеуборочный анализ клубневого материала проводился в хранилище путем разбора всех клубней с каждой деланки на товарные (45-30 мм), нетоварные, больные (по видам: фитофтороз, фомоз, фузариоз, сухая гниль, мокрая гниль, обыкновенная и серебристая парша, ризоктониоз, клубни с трещинами и др.) в соответствии с ГОСТ 7176-97 на продовольственный заготавливаемый и поставляемый картофель.

О качестве клубней судили по содержанию крахмала, который определяли косвенным методом по удельному весу.

### **Результаты исследований**

Анализ метеорологических факторов и экспериментальных данных показывает, что умеренно теплая погода в 2006 г., с близким к норме режимом увлажнения была благоприятной для получения высоких урожаев картофеля. К факторам, лимитирующим урожайность картофеля в 2007 г., можно отнести низкую темпе-

ратуру в период посадки и всходов картофеля и избыточное увлажнение в течение всего периода вегетации, особенно в июле. Всходы картофеля в 2007 г. появились только через 33 дня после посадки, или на 8 дней позже, чем в 2006 г., поскольку среднемесячная температура воздуха в июне составила всего 10,5°С

при 16.0°C в 2006 г. и 12.8°C среднемноголетней. Кроме того, если сумма осадков за период вегетации картофеля в 2006 г. (213 мм) была близка к норме (230 мм), то в 2007 г. (392 мм) превышала ее в 1.7 раза, а в июле - в 2.4 раза.

В целом, период "посадка-уборка" картофеля был более коротким в 2006 г. (97 дней) по сравнению с 2007 г. (102 дня). Однако период "всходы-цветение", когда шло интенсивное развитие растений, был в 2006 г. на 17 дней длиннее, что и определило повышенную продуктивность растений. Кроме того, снижение урожайности в 2007 г. объясняется до некоторой степени и более сильным развитием болезней.

Если в 2006 г. растения всех вариантов не имели признаков поражения ризоктониозом, макроспориозом, альтернариозом, антракнозом, фитофторозом (9 баллов) и вирусами (0%), то в 2007 г. отмечено развитие фитофтороза на сортах Елизавета и Сударыня в слабой степени (8 баллов) и на сорте Холмогорский - в сильной степени (5 баллов). Кроме того, у сорта Сударыня 4.8% растений были заражены вирусом скручивания листьев. Различий по пораженности растений болезнями в зависимости от агротехнических факторов обнаружить не удалось.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что разработанная и реализованная в опытах высокая технология (ВТ) обеспечила получение высокой урожайности - до 48.4 т/га, что значительно превышает уровень "климатически обеспеченной". Оптимальными компонентами такой урожайности для условий Европейского Севера можно считать следующие: густота посадки к уборке не менее 49 тыс. кустов/га; количество стеблей в кусте - не менее четырех; продуктивность куста - не менее 990 г; количество клубней в кусте - 12, в т.ч. восемь товарных; масса одного клубня - не менее 85 г.

Выявлена роль метеорологических факторов в формировании урожая. Так, неблагоприятные условия 2007 г. привели к снижению общей урожайности картофеля от 4 до 50% и более сильно - товарной урожайности - от 20 до 69% в зависимости от сорта.

Таблица 1. Влияние погодных условий и сортов на урожай картофеля и его структуру при высокой технологии возделывания (ХОСЖиР Архангельского НИИСХ)

Показатели	Елизавета		Сударыня		Холмогорский	
	2006	2007, % к 2006	2006	2007, % к 2006	2006	2007, % к 2006
Урожайность общая, т/га*	48.4	-15	40.0	-4	43.7	-50
К-во клубней, шт/куст	11.5	+4	12	-17	12	-17
Масса клубней, г/куст	991	-13	820	-2	895	-49
Масса клубня, г	86	-16	68	+17	74	-39
Всхожесть, %	99	-2	99	-2	99	-2
Высота куста, см	59	+25	56	+14	51	+31
К-во стеблей/куст	4	0	4	0	4	0
Урожайность товарная, т/га**	44.5	-20	37.6	-29	40.6	-69
Товарность, %	92	-7	94	-27	93	-37
К-во клубней товарных, шт/куст	8	0	8	-38	7	-57
Масса клубней товарных, г/куст	912	-19	770	-27	832	-68
Масса товарного клубня, г	114	-19	96	+17	119	-27

\*НСР<sub>.95</sub> = 5.3 т/га; \*\*НСР<sub>.95</sub> = 4.9 т/га.

В целом принято считать, что изменчивость погодных условий объясняется до 25-50% колебаний эффективности удобрений по Нечерноземной зоне, до 35-70% - по Черноземной зоне (Усков, 2008).

Рассматривая изменение структурных элементов урожайности, интересно отметить, что по всем трем сортам избыточное увлажнение в 2007 году способствовало формированию более высокого куста (64-74 см), чем в благоприятном 2006 году (51-59 см), а такой признак, как количество стеблей в кусте, не изменялся по годам. В оба года у всех сортов при ВТ стабильно формировалось по 4 стебля в кусте. Следовательно, эти признаки проблематично использовать для прогнозирования урожайности в условиях Европейского Севера.

Реакция сортов на погодные условия

была различной не только по степени снижения урожайности, но и по характеру изменения структурных элементов.

Сорт Елизавета зарекомендовал себя в условиях опыта как наиболее высокоурожайный по выходу общей (48.4 и 41.3 т/га) и товарной продукции (44.5 и 35.5 т/га). Снижение в 2007 г. общей урожайности на 15% и товарной урожайности на 20% произошло за счет уменьшения массы одного клубня на 16-19% и, как следствие, уменьшения продуктивности куста на 13-19%. Признак "количество клубней в кусте всего и в т.ч. товарных" практически не изменялся по годам, и это обеспечило относительную стабильность урожайности.

Новый нематодоустойчивый сорт Сударыня, проходящий Госсортоиспытание, уступал в опыте по урожайности стандарту Елизавете в среднем за 2 года на 5.6 т/га, или на 12.5%, причем особенно резкие различия между ними проявились в 2007 г по товарной продукции (29%). Реакция Сударыни на избыточное увлажнение 2007 г. отличалась от стандарта и проявлялась в снижении (17%) как общего количества клубней в кусте, так и, особенно, товарных клубней (27%) при компенсационном увеличении (17%) массы одного клубня. В итоге общая продуктивность одного куста снизилась незначительно (4%), но при этом сильно уменьшился выход товарной продукции и массы товарных клубней с куста (27%).

К сожалению, новый сорт Холмогорский показал самую плохую адаптацию к условиям повышенной влажности. Если в 2006 г. по общей и товарной урожайности он был на уровне Елизаветы, то в 2007 году уступал ей на 50-69% за счет снижения всех структурных элементов и, особенно, количества товарных клубней с куста (57%).

Таким образом, степень снижения общей урожайности в зависимости от метеоусловий года колебалась от 4 до 50% и товарной урожайности от 20 до 69% у различных сортов (табл. 1). Вклад сорта в формировании урожайности в условиях одного года изменялся от 7 до 47% (табл. 2), то есть эти факторы имели

практически одинаковый эффект.

Влияние агротехнических приемов на урожай продовольственного картофеля также изменяется в зависимости от погодных факторов (табл. 2).

Таблица 2. Роль агротехнических приемов и сорта в формировании общей урожайности картофеля сорта Елизавета (ХОСЖиР Архангельского НИИСХ)

Приемы, замененные либо исключенные из высокой технологии (ВТ)	Отклонение урожайности от контроля			
	2006 %	2007 %	Средняя % т/га	
1. Органические удобрения	-10	-16	-13	-5.7
2. Минеральные удобрения	-15	-9	-12	-5.5
3. Защита клубней	-18	-18	-18	-8.1
4. Защита растений	-13	-6*	-9.5	-4.4
5. Экстрасол, обработка клубней и растений	-15	+5*	-5	-2.6
6. Гербициды	-	-6*	-6	-2.5
7. Замена схемы посадки на 90×22 см	-19	-14	-16.5	-7.6
8. Механизированная обработка посадок	-11	-11	-11	-4.7
9. Все приемы (НТ)	-80	-72	-76	-34.2
10. Замена на сорт Сударыня, ВТ	-17	-7*	-12	-5.6
11. Замена на сорт Холмогорский, ВТ	-10	-47	-28.5	-12.2
12. Урожайность Елизаветы при ВТ, (контроль), т/га	48.4	41.3	100	0

\*Различия с контролем не достоверны.

Так, органические удобрения были более эффективны во влажном 2007 г. Потери урожая в варианте без их применения составили 16%, а в 2006 г. только 10%. В среднем за два года при их исключении недобор урожая составил 5.7 т/га или 13%. Вклад минеральных удобрений, наоборот, был более значительным в 2006 г., когда в период интенсивного роста картофеля в июле сложилась благоприятная, умеренно теплая и влажная погода. В среднем за 2 года без их применения урожайность снизилась на 5.5 т/га или на 12%, что близко к значению органических удобрений.

Стабильно высокий вклад в формирование урожайности картофеля как в

2006, так и в 2007 г. показал прием защиты клубней от комплекса патогенов. При его исключении урожайность снижалась в оба года на 18% или в среднем на 8.1 т/га. Защита клубней от патогенов оказалась в условиях опыта в 2 раза более эффективной, чем защита растений в поле. Исключение мероприятий по защите растений привело к снижению урожайности только на 4.4 т/га или 9.5%.

Следует отметить зависимость от условий года роли таких приемов, как защита растений от болезней и обработка их экстраСОЛОМ. В условиях 2007 г. при избытке осадков их вклад в урожайность резко снижался. Недостоверным оказалось и действие гербицидов в этом году (табл. 2).

Значительное снижение урожайности (19%, 14%) в наших опытах отмечено в варианте с увеличенной до 90 см шириной междурядий при схеме посадки 90×22 см по сравнению с ВТ (70×29 см). Следует подчеркнуть, что при этих двух схемах сохранялась одинаковая густота посадки (около 50 тыс/га). Возможно, снижение урожайности на 7.6 т/га (16.5%) в среднем за два года связано с тем, что на этих вариантах все приемы ухода проводились вручную ввиду отсутствия соответствующей техники.

Поскольку почвы опытного участка сравнительно легкие по гранулометрическому составу и хорошо окультуренные, отказ от механизированной обработки междурядий имел одинаковый по годам отрицательный эффект в 11% (4.7 т/га) и был на уровне действия удобрений. В вариантах, где были исключены все агротехнические приемы после посадки картофеля, урожайность снизилась в 4.8 раза в 2006, в 3.6 раза в 2007 и в среднем за два года составила всего 10.7 т/га, что меньше чем при ВТ на 34.2 т/га, или в 4.2 раза.

Таким образом, в условиях Архангельской области сильнее всего сказываются на урожайности картофеля такие факторы, как сорт, погодные условия и мероприятия по защите клубней от патогенов. Последний фактор приобретает особую значимость, принимая во внима-

ние, что посадка проводится в недостаточно прогретую почву и срок возврата картофеля на то же поле небольшой (2-3 года) из-за дефицита хорошо окультуренных почв, что способствует накоплению в них грибной и бактериальной инфекции.

Из качественных показателей отмечено более высокое содержание крахмала (12.1%) и сухого вещества (19.9%) на варианте низкой технологии без внесения минеральных и органических удобрений. На остальных вариантах содержание сухого вещества колебалось от 18.7 до 19.1% и крахмала - от 10.3 до 11.5%.

Расчет экономической эффективности проведен с применением системы компьютерного моделирования "Урожай-Агро" по фактическим данным анализа структуры затрат при выращивании картофеля в ХОСЖиР Архангельского НИИСХ в 2007 г.

Структура затрат по вариантам опыта однородная, за исключением НТ. Самый высокий удельный вес в структуре затрат занимают семена - от 48 до 75% и амортизация - от 1.3 до 17.0%. Доля затрат на отдельные агротехнические приемы не превышает 8.0% и колеблется по вариантам опыта: на удобрения - от 0 до 3.6%, пестициды - от 0 до 7.6%, ГСМ - от 3.8 до 7.8%, оплату труда - от 5 до 16%, ремонт - от 1.5 до 8%, на другие - от 1.9 до 3.3%.

Экономическая эффективность производства картофеля в основном определяется уровнем урожайности. Важными показателями, характеризующими экономическую эффективность производства, являются также себестоимость, цена реализации, прибыль от реализации и рентабельность. Цена реализации картофеля - одинаковая по всем вариантам - 5.2 руб/кг. Наименьшая себестоимость продукции в варианте ВТ без защиты посадок пестицидами - 1.56 руб/кг, что связано с отсутствием затрат на приобретение дорогостоящих средств защиты растений. Себестоимость картофеля по другим вариантам опыта изменяется от 1.68 до 3.05 рублей за кг, кроме варианта с НТ, где она существенно возрастает до 7.56 рублей за 1 кг (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания картофеля сорта Елизавета (ХОСЖиР Архангельского НИИСХ, 2007 г.).

Приемы, исключенные из ВТ	Урожайность, т/га	Себестоимость, руб/кг	Прибыль, руб/кг	Рентабельность, %
1. Органические удобрения	34.8	1.74	3.16	182
2. Минеральные удобрения	37.5	1.77	3.43	194
3. Защита клубней	33.7	2.02	3.18	157
4. Защита растений	38.8	1.56	3.63	232
5. Низкая доза мин. удобрений	39.0	1.75	3.45	197
6. Гербициды	38.7	1.72	3.48	202
8. Мех. обработка посадок	36.6	1.86	3.34	180
9. Низкая технология (НТ)	11.4	4.88	0.32	6.5
10. Сорт Сударыня (ВТ)	38.5	1.79	3.41	191
11. Сорт Холмогорский (ВТ)	21.7	3.05	2.15	70
12. ВТ, сорт Елизавета (контроль)	41.3	1.68	3.52	210

Наибольшая рентабельность 232% получена в варианте без защиты посадок пестицидами, наименьшая в варианте с НТ - 6.5%. Исключение из технологического цикла производства всех агротехнических приемов резко снижает урожайность картофеля, соответственно возрастает удельный вес всех затрат на производство 1 т продукции.

Несмотря на высокие экономические показатели, полученные в варианте "ВТ

без защиты посадок пестицидами", его нельзя рекомендовать для освоения в АПК, поскольку существенный его недостаток - значительное поражение клубней при хранении мокрой гнилью (2.7-5.4%) и фитофторозом (1.2%) (табл. 4). Более высокое поражение клубней этими болезнями также отмечено в вариантах ВТ без защиты клубней и при возделывании картофеля по НТ.

Таблица 4. Влияние агротехнических приемов на пораженность (%) клубней картофеля сорта Елизавета болезнями (ХОСЖиР Архангельского НИИСХ)

Приемы, исключенные из ВТ	Мокрая гниль, %		Фитофтороз, %	
	2006	2007	2006	2007
Органические удобрения	1.5	2.8	-	-
Минеральные удобрения	1.9	2.1	-	-
Защита клубней	2.8	4.7	-	-
Защита растений	2.7	5.4	-	1.2
Гербициды	-	1.3	-	-
Обработка междурядий	3.6	1.7	-	-
Низкая технология	3.0	3.5	-	1.8
Высокая технология	2.0	1.2	-	0.3

Таким образом, по агрономическим и экономическим показателям лучшие результаты в опыте показал сорт картофеля Елизавета, выращенный при применении высокой технологии, то есть комплекса всех мероприятий, направленных на активный рост, развитие растений и их защиту от патогенов.

#### Литература

Ганусевич Ф.Ф. Методические рекомендации по программированию урожаев сельскохозяйственных культур в Ленинградской области. Л., 1978.

Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. М., 1977.

Макаров П.П. Картофелеводство Великобритании. Обзорная информация. М., 1984, 67 с.

Небольсин А.Н., Небольсина З.П., Поляков В.А. и др. Научно-методические основы оптимизации доз удобрений под основные сельскохозяйственные культуры по агрономическим, экономическим и экологическим параметрам. СПб, 2003, с.43-64.

Семенов В.А. О прогнозировании урожайности.

/Экономика сельского хозяйства, 10, 1983.

Усков И. Идет глобальное потепление. Что делать земледельцу? /Аграрный эксперт, 8, 2008, с.6-9.

Фомин И.М., Клейн В.Ф., Логинов А.Н. и др. Ресурсосбережение при производстве картофеля в условиях Ленинградской области. Рекомендации, СПб, 2005, 47 с.

Evance O.A. Maximum potato yield in the UK. /Outlook on Agriculture, 8, 1975, p.184-187.

Evance S.A., Neild J.R.A., Gunn J.S. Maximum yield of Potato Crop. The blueprint- Specification and Evaluation of the Components. Proc. ADAS/ARC Symposium on Maximising Yields of crops,

Harrogate, 1978.

Gunn J.S. Achieving maximum yields of potato in the United Kingdom. E. A. P. R. Abstracts of Conference

Papers. /7<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Warsaw, Poland, 26 June-July, 1978, p.30-31.

#### ROLE OF VARIETIES AND AGRONOMIC FACTORS IN FORMATION OF POTATO PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

S.M.Sinitsyna, T.A.Danilova, O.V.Tyupysheva, L.A.Popova

Possibility of potato productivity at a level of 48.4 t./hectare in conditions of the Arkhangelsk Region is shown at cultivation of the varieties adapted for local conditions and at application of high technology (HT). It is found that the role of varieties and some agronomic techniques in formation of the potato productivity changes depending on soil and weather conditions during trial period. The factors limiting culture productivity in a trial point are studied. The general potato productivity decreased depending on adverse weather conditions at different varieties and fluctuated from 4 to 50%. Thus the contribution of a variety to formation of potato productivity reached 47%. Exclusion of some agronomic techniques from HT led to productivity change from +5% to -18%, and exclusion of all techniques (low technology) to -72% and -80% depending on a year of trials. Protection of tubers from pathogens appeared in experimental conditions 2 times more effective and more stable every year (8.1 t./hectares or 18%), than field plant protection (4.4 t./hectare or 9.5%).



УДК 632.937.12+595.78:573.893.75

## ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ КЛОПА *NESIDIOCORIS TENUIS* REUTER (MIRIDAE) ПРИ ПИТАНИИ ТЕПЛИЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКОЙ

И.М. Пазюк

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Клопа-слепняка *Nesidiocoris tenuis* Reuter оценивали по ряду биологических показателей с целью определения возможности применения данного вида в качестве энтомофага тепличной белокрылки. Личинки *N. tenuis* в зависимости от возраста потребляли за сутки от 40.6 до 214.4 яиц тепличной белокрылки, среднесуточная прожорливость самок составляла 133.2 яиц вредителя. При кормлении клопа смесью яиц и личинок белокрылки I-II возрастов *N. tenuis* предпочитал личинок вредителя. Плодовитость за весь период жизни *N. tenuis* при попарном содержании на растениях табака и кормлении яйцами зерновой моли составила 280 личинок от самки.

При питании *N. tenuis* на растениях томата установлена отрицательная зависимость между появлением повреждений и снижением соотношения хищник:жертва. Оценивали способность *N. tenuis* завершать развитие при питании только растительной пищей (растения табака и томата). На томате личинки развивались до 4-го возраста при 28°C и до 5-го при 24°C. Личинки *Macrolophus pygmaeus* на растительной диете проходили в развитии только три возраста.

Клоп-слепняк *Nesidiocoris tenuis* входит в состав энтомофауны агроценозов различных сельскохозяйственных культур (томат, огурец, баклажан, табак, арбуз, кунжут) в теплицах и в открытом грунте (El-Dessouke et al., 1976; Манукян, Терлемезян, 1984; Patnaik, Jena, 1986; Yadav, 1992; Torreno, 1994; Rodrigues, 1997; Patel, Nicoli, Burgio, 1997). Он широко распространен в странах Средиземноморья, Юго-Восточной Азии, Передней Азии, в Африке, Северной и Центральной Америке, Австралии (Кержнер, 1988; Schuh, 1995).

Исследования биологии несидиокориса, проведенные в странах Средиземноморья (Испания, Греция, Франция, Италия), на Канарских островах, а также в Индии в полевых и лабораторных условиях показали, что это - энтомофаг, способный питаться широким кругом жертв, среди которых тепличная и табачная белокрылки, пасленовый минер, бахчевая и оранжерейная тли, паутинный клещ, яйца подгрызающих совок (Patel, Yadav, 1992; Vacante, Garzia, 1994; Torreno, 1994; Romeis, Shanower, 1996; Vazquez, Dinorah, 2000; Devi et al., 2002; Urbaneja, 2003; Trottin-Coudal et al., 2005).

*N. tenuis* питается всеми стадиями тепличной белокрылки (Wheller, 2001). Выявлена высокая частота его атак на фоне

низкой плотности жертвы в сравнении с *Macrolophus pygmaeus* (Nannini, 2003). Несидиокорис рассматривается в качестве одного из компонентов комплекса энтомофагов, применяемых против белокрылки. В литературе обсуждается возможность его использования совместно с паразитом *Eretmocerus mundus* и клещом *Amblyseius swirskii* (Calvo, Belda, 2006).

Основной проблемой при использовании несидиокориса являются повреждения растений, которые клопы наносят при прокалывании тканей черешков, стеблей, плодов. В той или иной степени питание растительными соками свойственно и другим видам слепняков, которых широко используют в биологической защите растений, например *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamaninii* (Alomar, Albajes, 1996, McGregor et al., 2000). Способность слепняков питаться растительной пищей позволяет им выживать в агроценозе в отсутствие жертв, ожидая появления первых очагов вредителей.

Ряд авторов относит несидиокориса к фитозоофагам и указывают, что он наносит повреждения сельскохозяйственным культурам (арбуз, тыква, баклажан) в Северной Африке, Юго-Восточной Азии, Пуэрто-Рико (El-Dessouke et al., 1976; Манукян, Терлемезян, 1984). При питании клопа на растениях томата вокруг

стеблей и черешков образуются кольца (El-Dessouke et al., 1976; Пазюк, 2005; Sanchez et al., 2006). Однако есть данные, что в США несидиокорис не наносит повреждений томату и другим видам семейства Solanacea (Wheeler, Henry, 1992, цит. по: Wheeler, 2001). Интенсивность проявления питания клопов на овощных культурах отмечают в разной степени в зависимости от региона обитания (Carnero et al., 2000, цит. по: Sanchez, 2006).

Для того чтобы оценить пригодность *N. tenuis* для целей биометода, необходимо ответить на вопрос, кем по пищевой специализации является данный вид: хищником-полифагом, который использует растение в основном как источник влаги, или фитозоофагом, который может развиваться и давать потомство на растительной пище? Какая из частей его диеты является необходимой и достаточной для полноценного развития и репродукции? Литературные данные на этот счет противоречивы. Ряд авторов отме-

чают способность клопа к развитию на растительной диете, а также к откладке яиц в отсутствие животной пищи, хотя его плодовитость при этом существенно снижается (El-Dessouke et al., 1976; Torreno, Magalonna, 1994, цит. по: Wheeler, 2001). Однако, по данным R.Chyzik et al. (2005) и A.Urbaneja et al. (2005), несидиокорис не может завершить развитие на растительной диете.

В настоящее время в Испании и Франции идет активная работа по определению причин инициации питания несидиокориса на томате (Trottin-Coudal et al., 2005; Arno et al., 2006; Sanchez et al., 2006), что согласуется с направлениями наших исследований. В представленной статье дана оценка возможности питания и размножения слепняка при кормлении различными стадиями тепличной белокрылки, показано переключение питания клопа на растение при снижении численности жертв, а также способность развития и выживания на растительной диете.

### Методика исследований

Лабораторная культура *N.tenuis* заложена от выборки насекомых, собранных на томате в теплицах г. Сувон (Корейский п-ов). Лабораторная культура *Macrolophus pygmaeus* (= *nubilis*) происходит от выборки насекомых из популяции, обитающей в теплицах Лазаревской опытной станции (г. Сочи).

Культуры клопов содержали в стандартных садках (50×40×30 см) на растениях томата и табака, а также в пластиковых цилиндрах (5 л) на табаке при температуре 26±3°C. В качестве корма использовали яйца зерновой моли и злаковую тлю.

Оценку повреждений растений томата несидиокорисом проводили в садковом эксперименте на сорте Невский. Цветущую рассаду высаживали в вегетационные сосуды объемом 6 литров, подвязывали к стойкам и накрывали садками из материала агроплекс, после чего искусственно заселяли белокрылкой. Клопов выпускали по 3 пары на растение в четырех вариантах соотношения хищник:жертва

1:5, 1:10, 1:25, 1:40 (по имаго белокрылки). Учет хищника и жертвы проводили еженедельно в течение 2 месяцев.

Среднесуточную прожорливость несидиокориса при питании яйцами белокрылки оценивали в лабораторных условиях при температуре 26±1°C. Перед постановкой опыта личинок содержали без пищи в течение суток. Для этого из маточных садков отбирали личинок разных возрастов и на сутки рассаживали в чашки Петри с ватными тампонами, смоченными водой. После суточного голодания личинок индивидуально сажали в пластиковые контейнеры 250 мл, где на ватном диске предлагали вырезки листьев табака и фасоли с яйцами тепличной белокрылки в достатке - до 300 шт. Через сутки проводили подсчет яиц.

Пищевые предпочтения несидиокориса оценивали при питании смесью яиц и личинок белокрылки. Личинок несидиокориса содержали индивидуально в пластиковых контейнерах 250 мл при температуре 26±1°C. Корм подавали на ли-

стях фасоли по мере потребления. Ежедневно учитывали количество съеденных яиц и личинок белокрылки I-II возрастов.

Плодовитость хищника оценивали на двух видах корма (тепличная белокрылка, зерновая моль) при различной плотности клопов (от 5, 10, 20, 30 и 40 пар на растение табака) при температуре  $28 \pm 0.4^\circ\text{C}$ . Использовали растения табака высотой 15-20 см (5 настоящих листьев). В варианте с белокрылкой исходная плотность вредителя составляла 2000-2500 яиц на растение. В варианте с зерновой молью яйца подавали в избытке на карточках, смазанных раствором меда. Каждые двое суток имаго пересаживали на новые растения. Растения с кладками яиц инкубировали в течение 8 суток. Плодовитость учитывали по вышедшим личинкам.

Продолжительность развития личинок

несидиокориса и макролофуса в отсутствие животной пищи тестировали на рассаде томата и табака. Опыт проводили при влажности воздуха 50%, температуре  $24^\circ\text{C}$  и  $28^\circ\text{C}$ . Томат сорта Белый налив выращивали в стаканчиках объемом 50 мл до фазы 2-4 настоящих листьев, затем индивидуально помещали в пластиковые стаканы объемом 500 мл, которые закрывали бязью. Табак выращивали до фазы 5 листьев, затем по одному помещали в контейнеры, обрачивая корневую систему ватными тампонами, смоченными в воде. На растения сажали личинок 1-го возраста, собранных с табака в день выхода. Ежедневно учитывали возраст личинок, их гибель.

Статистический анализ данных проводили с использованием критерия Стьюдента (Лакин, 1973).

### Результаты исследований

Одним из основных видов-мишеней *N. tenuis* является тепличная белокрылка. Для выяснения прожорливости и пищевых предпочтений в отношении преимагинальных стадий этого вредителя проведена серия лабораторных опытов, где протестировано суточное потребление яиц личинками клопа всех возрастов и имаго (самки) (рис. 1).

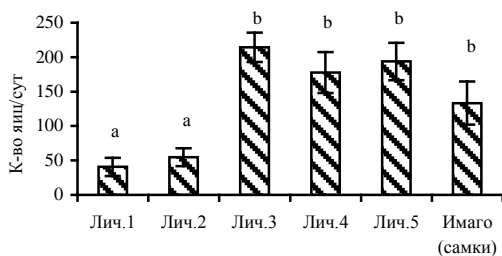


Рис. 1. Среднесуточная прожорливость *N. tenuis* при питании яйцами тепличной белокрылки (2006)

Высокая прожорливость несидиокориса при питании яйцами белокрылки позволяет предположить, что клоп будет эффективен в выпусках против вредителя на начальном этапе размножения, когда популяция еще состоит из имаго и яиц.

Проведена оценка суточной прожорливости личинок *N. tenuis* клопа при питании смесью яиц белокрылки и ее личинок I-II возраста (рис. 2). Личинки клопа I-II возрастов при  $29^\circ\text{C}$  и влажности 51% за сутки съедали  $17.2 \pm 2.2$  личинок и  $6.1 \pm 1.2$  яиц белокрылки, личинки третьего, четвертого и пятого -  $41.1 \pm 7.4$  личинок и  $17.5 \pm 3.4$  яиц соответственно.

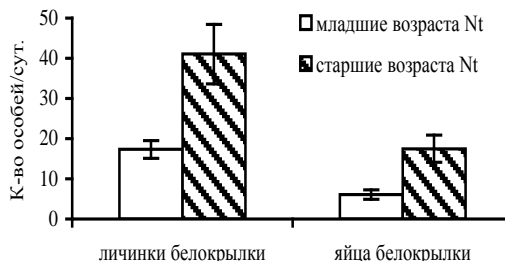


Рис. 2. Среднесуточная прожорливость *N. tenuis* (Nt) при питании яйцами и личинками тепличной белокрылки в смеси (2006)

Очевидно, что при питании смесью яиц и личинок клоп отдает предпочтение последним. Это дает основание полагать, что в производственных условиях при появлении в очагах личинок белокрылки первого и второго возрастов, клоп будет

переключаться на питание ими.

Проведено сравнение плодовитости клопа несидиокориса при питании белокрылкой и яйцами зерновой моли. Ранее в литературе отмечалось, что плодовитость клопа зависит от наличия жертв и составляет 5.3-66.6 яиц при питании на табаке без животной пищи (Torreno, Magalonna, 1994, цит. по: Wheeler, 2001). По нашим данным, при попарном содержании клопов на табаке и кормлении яйцами зерновой моли средняя плодовитость составляет 280 личинок на самку, максимальная - 362.

На плодовитость *N. tenuis* оказывает влияние плотность популяции самого хищника (рис. 3).

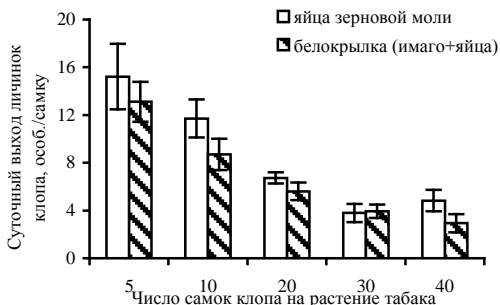


Рис. 3. Плодовитость *N. tenuis* на разных кормах (яйца зерновой моли и имаго и яйца белокрылки) при использовании в качестве субстрата для откладки яиц растений табака (2007)

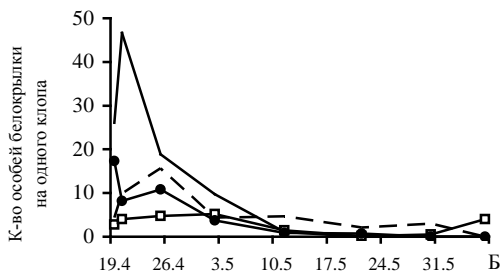
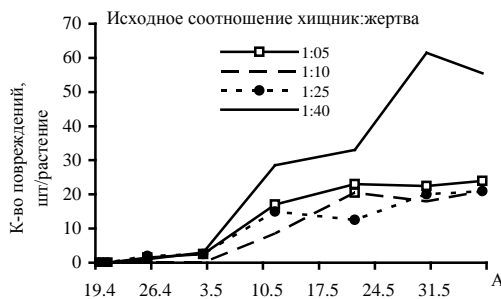


Рис. 4. Динамика повреждений в виде колец на томате при питании клопа *N. tenuis* (А) и соотношения хищник:жертва (Б) (2006)

Было показано влияние на развитие личинок температуры и вида растения-хозяина. На томате при температуре 28°C личинки несидиокориса по-

Если на одном растении находятся 5-10 пар, суточный выход личинок от одной самки составляет 12-15 особей. При плотности более 20 пар на растение плодовитость снижается до 7 личинок в сутки. Увеличение плотности до 30 и более пар приводит к снижению суточного выхода личинок до 4-5 особей. Влияния вида корма (яйца зерновой моли и тепличной белокрылки) на плодовитость в этом эксперименте не отмечено. В садковом эксперименте на томате при выпуске клопа в соотношении к белокрылке 1:5, 1:10, 1:25 и 1:40 отмечали кольца на стеблях и черешках растения. Корреляционный анализ выявил отрицательную зависимость между появлением повреждений и снижением соотношения хищник:жертва несидиокориса к тепличной белокрылке ( $r = -0.67, -0.69, -0.82, -0.74$  соответственно). При снижении соотношения клопа к белокрылке ниже 1:10 отмечались первые повреждения клопами растений томата (рис. 4).

В лабораторном эксперименте на растениях томата и табака была протестирована способность личинок *N. tenuis* развиваться, а имаго выживать при питании исключительно растительной пищей (табак, томат) на фоне высокой (28°C) и средней (24°C) температур и влажности 50% (табл. 1). Оценка проведена в сравнении с другим слепняком - энтомофагом тепличной белокрылки - *Macrolophus pygmaeus*.

гибали, достигнув 4-го личиночного возраста, а при температуре 24°C развивались до 5-го возраста, а затем также гибли.

Только при питании на табаке 44% личинок несидиокориса заканчивали развитие при 24°C. Личинки макролофу-са не развивались на томате, на табаке 20% личинок достигали 3-го возраста. Продолжительность развития личинок обоих видов на табаке существенно замедлялась до 24.6 и 14.3 суток соответственно, различия высоко достоверны ( $P \geq 0.99$ ).

Таблица 1. Выживаемость и продолжительность развития *N. tenuis* и *M. pygmaeus* при питании растительной пищей (на томате)

Виды	t°	Доля личинок сле- дующего возраста, %				Вы- шло има- го, %	Раз- вити- е, дни*
		2-й	3-й	4-й	5-й		
<i>N. tenuis</i>	28	33	6	6	0	-	4.5
<i>N. tenuis</i>	24	61	39	26	9	-	9.6
<i>N. tenuis</i>	24	88	75	75	75	44	24.6
<i>M. pyg-</i>	28	0	-	-	-	-	1.1
<i>maeus</i>	24	0	-	-	-	-	1.8
	24	53	20	0	-	-	14.3

Влажность воздуха во всех вариантах опыта 50%. \*Различия между всеми вариантами достоверны  $P \geq 0.99$ .

Имаго обоих видов при питании исключительно растительной пищей жили 5-9 суток, однако несидиокорис в отличие от макролофу-са наносил повреждение в виде колец на черешках и стеблях

(табл. 2). При индивидуальном содержании клопов доля особей, повреждавших томат в тестированной выборке, составляла 18-20% при 24-28°C и влажности воздуха 50%. Продолжительность жизни этих особей не отличалась от таковой у клопов, не наносивших повреждения ( $P \geq 0.95$ ).

Полученные данные позволяют считать, что клоп *N. tenuis* перспективен для использования против тепличной белокрылки.

Таблица 2. Продолжительность жизни имаго *N. tenuis* и *M. pygmaeus* при питании на томате в различных гигротермических условиях

Виды	t°С	Продолжи- тельность жизни, сут.	Доля особей, на- носивших повре- ждения растению в виде колец
<i>N. tenuis</i>	28	5.4	18.2%
<i>N. tenuis</i>	24	7.5*	20.9%
<i>M. pygmaeus</i>	28	7.7	
<i>M. pygmaeus</i>	24	8.8	

Влажность воздуха во всех вариантах опыта 50%. \*Различия достоверны при  $P \geq 0.95$ .

Однако при его колонизации на культуре томата для снижения риска появления повреждений в виде колец необходимо избегать быстрого накопления несидиокориса. Для этого следует проводить выпуски клопа на фоне низкой численности вредителя.

#### Литература

Кержнер И.М. Инфраотряд Cimicomorpha. Семейство Miridae (Capsidae). /Лер П.А. (ред.) Определитель насекомых Дальнего Востока СССР, 1988, Владивосток, т. 2. Homoptera и Heteroptera, с.778-857.

Лакин Г.Ф. Биометрия, М., 1973, 257 с.

Манукян З.С., Терлемезян Г.Л. Клоп циртопелтуса на помидоре и борьба с ним. /Известия с.-х. наук. Ереван, 6, 1984, с.41-44.

Alomar O., Albajes R. Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) predation and tomato fruit injury by the zoophytophagous predator Dicyphus tamaninii (Heteroptera, Miridae). /Zoophytophagous Heteroptera: Implications for life history and integrated pest management. Thomas Say Publ.Entomol., Proceedings, Entomological Society of America, Lanham, Md., 1996, p.155-177.

Arno J., Castane C., Ruidavets J., Roig J., Gabbara R. Characterization of damage to tomato plants produced by the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. /Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climat IOBC/WPRS Bul., 29, 4, 2006, p.239-244.

Chyzik R., Mesika Y., Tregerman M., Kleitman S.,

Horowitz A. R. IPM programs in tomatoes resistant to TYLCV in Israeli screen-houses. /Abstracts of articles for the Meeting of the IOBC WG "Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climate" 10-14 April 2005, Turku, Finland, 2005.

Calvo J., Belda J. E. Comparison of biological control strategies for *Bemisia tabaci* Genn (Hom.: Aleyrodidae) in sweet pepper under semifield conditions. /Boleton de Sanidad Vegetal, Plagas, 32, 3, 2006, p.297-311.

Devi P. K., Yadav D. N., Anand Jh. Role of *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) in natural suppression of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hbner) (Lepidoptera: Noctuidae). /Pest Management in Horticultural Ecosystems, 8, 2, 2002, p.109-113.

El-Dessouki S.A., El-Kifl A.H., Helala H.A. Life circle, host plant and symptoms of damage of the tomato bug, *Nesidiocoris tenuis* Reuter. (Hemiptera: Miridae) in Egypt. /Journal of plant diseases and protection, 4, 83, 1976, p.204-220.

McGregor R. R., Gillespie D. R., Park C. G., Quiring D.M.J.&M.R.J. Leaves or fruit? The potential

for damage to tomato fruits by the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*. /Entomologia Experimentalis et Applicata, 95, 2000, p.325-328.

Nicoli G., Burgio G. Mediterian biodiversity as sours of new entomophagous species for biological control in protected crops. /Bull. OILB, 20, 4, 1997, p.42.

Patnaik N. C., Jena B. C. Control of sesame mirid bug *Nesidiocoris tenuis* (Reut.) at Bhubaneswar, Orissa. /Madras Agricultural Journal, 73, 6, 1986, p.357-358.

Patel R. K., Yadav D. N. Impact of intercropping marigold on *Heliothis armigera* Hubner and its natural enemies in seed crop of tobacco. /Tobacco Research, 18, 1992, p.65-72.

Rodrigues J.M., Rodrigues R., Florido A., Hernandes R. Integrated pest management on tomatoes in Gran Canaria (Canary islands). /Bull. OILB, 20, 4, 1997, p.39.

Romeis J., Shanower T. G. Arthropod natural enemies of *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) in India. /Biocontrol Science and Technology, 6, 4, December 1, 1996, p.481-508.

Torreno H. Predation behavior and efficiency of the bug *Cyrtopeltis tenuis* (Hemiptera: Miridae), against the cutworm, *Spodoptera litura* (F). /Philipp. Entomol, 9, 1994, p.426.

Trottin-Caudal Y., Fournier C., Leyre J.M. Etudes experimentales sur la punaise *Nesidiocoris tenuis* en culture de tomate sous serre. /Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et L gumes, Paris (FRA), INRA Avignon (FRA), 2005.

Sanchez J.A., del Pino-Perez M., del Mar Davo M., Martinez-Castales J.I., Lacasa A. Zoophytophagy of the plantbug *Nesidiocoris tenuis* in tomato crops in southeast Spain. /Integrated Control in Protected Crops, Mediterian Climat IOBC/wprs Bulletin, 29, 4, 2006, p.233-238.

Schuh R. T. Plant Bugs of the World. New York Entomological Society, 1995.

Urbaneja A., Tapia G., Fernandez E., Sanchez E., Contreras J., Gallego A., Bielza P. Influence of the prey on the biology of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). /Bul. OILB/SROP, 26, 10, 2003, p.159.

Urbaneja A., Tapia G., Stansly P. Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae). /Biocontrol Science and Technology, 15, 5, 2005, p.513-518.

Wheeler A.J. Biology of the plant bugs (Hemiptera, Miridae): pests, predators, opportunists. Cornell Univ. Press, 2001, 507 p.

Vacante V., Garzia G. T. Investigations on the role of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) on tomato in unheated greenhouses in the Ragusa area. /Informatore Fitopatologico, 44, 9, 1994, p.45-48.

Vazquez L.L., Dinorah L. Behavior of *Cyrtopeltis tenuis* Reuter (Heteroptera: Miridae) populations in the tomato cultivation infested with the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). /Fitosanidad, 2000, 4, 3/4, p.85-88.

## BIOLOGICAL FEATURES OF POLYTROPHIC BUG *NESIDIOCORIS TENUIS* (MIRIDAE) AT FEEDING ON GREENHOUSE WHITEFLY

I.M.Pazyuk

Polytrophic bug *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera, Miridae) was collected in tomato greenhouses near Suwon (37°16 N, 126°59 E) (Korean peninsula) in 2004. In laboratory conditions, larvae of *N. tenuis* ate 40.6 do 214.4 whitefly eggs per day depending on instar. In cage experiments, the influence of density was detected on *N. tenuis* fecundity at feeding by two different preys, grain moth eggs and whitefly. At 5-10 *N. tenuis* pairs per tobacco plant, its daily emergence was 12-15 larvae per female, decreasing to 7 larvae per female at more than 20 pairs per tobacco plant, and to 4-5 at more than 30-40 ones. The total fecundity of a pair kept on tobacco plants and fed on grain moth eggs averaged 280 larvae per female, maximum 362 ones. Feeding on tomato, *N. tenuis* produces rings on stems and petioles. In all variant of release (1:5, 1:10, 1:25, 1:40) the negative correlation was found between predator: prey ratio and appearance of rings ( $r=-0.67, -0.69, -0.82, -0.74$ , accordingly). Larvae fed on only tomato developed to 4-5<sup>th</sup> instars depending on temperature.

УДК 632.936.2

## МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ДОЗ ФЕРОМОНА НА ОНТОГЕНЕЗ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Т.Н. Настасе, В.И. Войняк, Г.К. Рошка, Б.Г. Ковалев, М.Г. Батко

Институт защиты растений и экологического земледелия АНМ, Кишинев, Молдавия

Половые феромоны позволяют управлять вредителями, при этом не затрагивая или затрагивая в минимальной степени остальные компоненты биоценоза.

Мысль о возможности применения половых феромонов для дезориентации самоцв вредных насекомых была высказана более 40 лет тому назад. Согласно выдвинутому теоретическим предположкам, суть этого метода заключается в насыщении воздуха синтетическим половым феромоном высокой концентрации для нарушения химических связей между полами во время половой активности вредных насекомых на определенном участке. В процессе дезориентации самцы не обнаруживают самок, и самки остаются непаренными, что приведет в конечном итоге к подавлению численнос-

ти популяции данного вредителя.

Целью настоящей работы было исследовать последствия применения высоких доз синтетических половых феромонов на все фазы развития ряда вредителей на примере совок - *Mamestra brassicae* L., *Heliothis armigera* Hbn., *Agrotis segetum* Denis & Schiff.

Материалом исследований служили бабочки лабораторной популяции. В опытах были использованы стандартные синтетические половые феромоны данных вредителей, синтезированные в Институте защиты растений и экологического земледелия (Кишинев, Молдавия). Учитывали количество и фертильность яиц, продолжительность жизни насекомых, процент окукливания гусениц, средний вес полученных куколок и половой индекс.

### Результаты исследований

Ранее нами было показано, что при непрерывном содержании бабочек капутной совки в воздухе, насыщенном парами синтетического полового феромона, не удастся нарушить химическую связь между полами, но при этом происходит целый ряд существенных этологических изменений.

Настоящими исследованиями установлено, что наряду с этологическими изменениями, которые наблюдаются при постоянном воздействии воздуха, насыщенного половыми феромонами, также имеют место существенные изменения и на последующих фазах развития вредителей. Полученные результаты красноречиво указывают на данный факт (табл. 1, 2).

При анализе процесса откладки яиц самками были выявлены существенные отличия от контрольного варианта. Впервые, на третьи сутки после спаривания большинство самок контрольного ва-

рианта заканчивали откладку яиц, тогда как самки опытного варианта - только на шестые сутки.

Таблица 1. Изменения плодовитости самок и стерильности яиц совок под воздействием воздуха, насыщенного половыми феромонами, в лабораторных условиях

Варианты	Количество отложенных яиц, экз/самка		Длительность жизни, дни		К-во сперматофор на одну самку
	Всего, экз	Из них стерильные, %	самки	самцы	
<u><i>Heliothis armigera</i></u>					
Контроль	331.5	4.1	17.0	17.6	1.0
Опыт	177.4	34.9	7.7	8.0	1.0
<u><i>Agrotis segetum</i></u>					
Контроль	272.7	2.3	7.1	6.9	1.6
Опыт	170.5	33.0	6.8	6.1	1.1
<u><i>Mamestra brassicae</i></u>					
Контроль	1092.9	2.5	9.1	9.7	1.3
Опыт	636.8	22.2	9.6	9.1	1.8

Во-вторых, количество отложенных яиц в контрольном варианте существенно превышало таковое в опытном варианте. Так, для *A. segetum* превышение составляло 37.5%, *H. armigera* - 46.5%, *M. brassicae* - 41.7%. Кроме этого, в феромонном варианте отмечен существенный рост доли стерильных яиц у всех трех видов совок (табл. 1).

Установлено, что большинство самок

всех трех видов совок из опытного варианта являлись носителями. Это свидетельствует о том, что насыщение воздуха синтетическими половыми феромонами не приводит к разрыву химических связей между полами, а только к некоторым существенным этологическим изменениям, которые в дальнейшем могут привести к снижению плотности популяций вредителей.

Таблица 3. Снижение численности популяций совок под влиянием воздуха, насыщенного половыми феромонами, в лабораторных условиях

Варианты	Количество фертильных яиц, экз/самка	Смертность гусениц, %	Количество полученных куколок		Количество вылетевших бабочек, экз.	Подавление популяций, %
			экз.	самки, %		
<u><i>Heliothis armigera</i></u>						
Контроль	317.9 (96%)	42.1	184.1	50.4	173.2 (84%)	-
Опыт	115.4 (65%)	71.8	32.5	48.9	25.6 (79%)	85.2
<u><i>Agrothis segetum</i></u>						
Контроль	266.5 (98%)	45.0	146.6	51.0	140.1 (95%)	-
Опыт	114.2 (67%)	79.0	30.8	52.4	24.7 (80%)	82.4
<u><i>Mamestra brassicae</i></u>						
Контроль	942.0 (98%)	41.3	553.0	48.4	493.3 (89%)	-
Опыт	381.2 (78%)	56.1	167.7	42.2	130.5 (77%)	73.5

Дальнейшие наблюдения выявили существенно большую смертность гусениц в опытном варианте и снижение (до 60% против контроля) численности куколок в варианте с бабочками, подвергнутыми действию высоких доз феромона. Соотношение полов и вес куколок *H. armigera* и *A. segetum* в контроле и в опытном варианте практически равные. Доли вылетевших бабочек из куколок в опытном варианте на 5-15% ниже контрольного. В итоге подавление численности совок в феромоновом варианте лабораторного опыта составила 73.5-85.2%. Кроме этого, при определении полового индекса куколок *M. brassicae* отмечено некоторое снижение доли самок, что в последующем

поколении может отрицательно отразиться на численности вредителя.

Таким образом, при насыщении воздуха парами синтетических половых феромонов не удается разрывать половую связь между полами исследуемых вредителей, то есть не выполняется теоретическая предпосылка метода дезориентации. Обычно считается, что половые феромоны воздействуют только на имаго. Нашими исследованиями показано, что воздух, насыщенный парами половых феромонов, влияет и на иные фазы развития вредителей. Конечным результатом такого влияния является существенное снижение численности вредителей уже в первом поколении.



## АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ПОДРОЖНИКА СРЕДНЕГО *PLANTAGO MEDIA* L. (СЕМЕЙСТВО ПОДРОЖНИКОВЫЕ *PLANTAGINACEAE* JUSS.)

И.Н. Надточий\*, И.А. Будревская\*\*

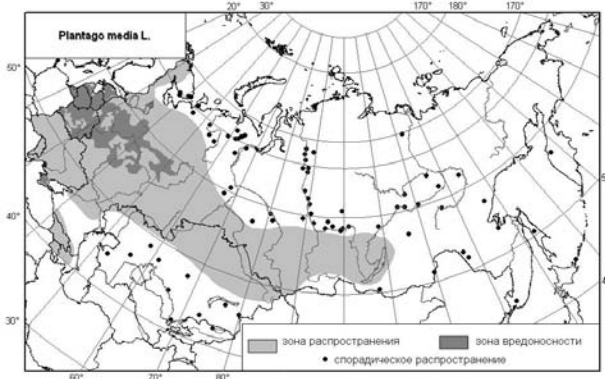
\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

\*\*Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург

Подорожник средний (*Plantago media* L.) относится к группе стержнекорневых многолетников. Произрастает на лугах, пастбищах, пустырях, вдоль дорог, на лесных полянах, вблизи жилья и как сорное растений в садах, огородах, на полях. Предпочитает подорожник преимущественно довольно богатые, иногда карбонатные почвы. Засоряет посевы многолетних трав в зоне избыточного увлажнения, встречается на полях озимых культур и посевах клевера. Распространен подорожник средней почвы во всей Европе, в Малой Азии, Иране, северо-

западной Америке. На территории б. СССР - Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, частично Средняя Азия.

Ареал и зоны вредности подорожника среднего выделены по результатам анализа опубликованных в открытой печати картографических материалов и литературных источников (Васильев, 1929; Флора Мурманской области, 1966; Дорогостайская, 1972; Флора Северо-Востока Европейской части СССР, 1977; Флора центральной Сибири, 1979; Hulten, Fries, 1986; гербарий МГУ).



Зона вредности выделена по литературным данным с использованием карты пахотных земель. Критерием ее выделения является указание в литературе подорожника среднего как имеющего обилие до 3 баллов в

посевах многолетних трав в Нечерноземной зоне (Шлякова, 1982), сорного в Брестской и Гомельской области на зерновых (Козловская, Симонович, 1966), имеющего встречаемость 78% в плодовых садах в Крыму (Васильев, 1929).

### Литература

Васильев В. Сорные растения плодовых садов в Крыму и меры борьбы с ними. /Вісник садівництва виноградарства та городництва, 3-4, Харків, Наркомземсправ УССР, 1929, с.166-171.

Гербарий МГУ им. В.М.Ломоносова.

Дорогостайская Е.В. Сорные растения Крайнего Севера СССР. Л., Наука, 1972, 172 с.

Козловская Н.В., Симонович Л.Г. Характер распространения сорных растений на дерново-подзолистых почвах полесья. /Геоботанические исследования. Минск, Наука и техника, 1966, с.56-64.

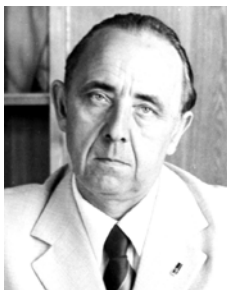
Флора Мурманской области, 5. М.-Л., АН СССР, 1966, 551 с.

Флора Северо-Востока европейской части СССР, 4. Л., Наука, 1977, 312 с.

Флора центральной Сибири, 2. Новосибирск, Наука, 1979, 1048 с.

Шлякова Е.В. Определитель сорно-полевых растений Нечерноземной зоны. Л., Колос, 1982, 208 с.

Hulten E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants, North of the Tropic of cancer: 3, Konigstein, 1-3, 1986, 1172 p.



### **К 80-ЛЕТИЮ КАПИТОНА ВАСИЛЬЕВИЧА НОВОЖИЛОВА**

Заслуженный деятель науки Российской Федерации, действительный член Российской академии сельскохозяйственных наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений Новожиллов Капитан Васильевич родился 18 августа 1928 года в г. Петродворце Ленинградской области. В 1951 г. он окончил с отличием Ленинградский сельскохозяйственный институт и сразу же поступил на работу во Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений. В ВИЗР прошел аспирантскую подготовку и был одним из первых руководителей научных экспедиций по разработке систем защитных мероприятий в Целинном крае и Поволжье. Его работа была отмечена медалью "За освоение целинных земель" и серебряной медалью ВДНХ.

В этой работе ярко проявились организаторские способности К.В.Новожилова и уже в январе 1961 г. он был назначен заместителем директора института по научной работе.

В 1971 г. К.В.Новожилов стал директором Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. На этой должности в полной мере раскрылся его талант научного организатора, чуткого и внимательного руководителя, способного воспринимать новые направления исследований.

За годы своей научной деятельности К.В.Новожилов внес и продолжает вносить значительный вклад в развитие теоретических основ защиты растений, стратегии и тактики использования средств защиты растений в сельскохозяйственной практике. Как один из наиболее авторитетных и компетентных ученых в этой области он сыграл большую роль в становлении Государственной службы защиты растений, обеспечивающей фитосанитарный контроль за состоянием сельскохозяйственных угодий нашей страны.

Под руководством К.В.Новожилова и при его непосредственном участии проводится важная в теоретическом и практическом плане работа по совершенствованию современного ассортимента средств защиты растений, сочетающих высокую эффективность их действия на вредные объекты и безопасность для окружающей среды. Использование такого ассортимента и технических средств для их применения позволяет в 2-2.5 раза снизить пестицидную нагрузку на объекты окружающей среды и создать на их основе безопасные системы защиты растений от вредных объектов. Результаты этих исследований были обобщены в докторской диссертации, успешно защищенной им в 1986 г. В 1998 г. за работу "Создание современной машиностроительной базы для интегрированной защиты растений" К.В.Новожилов в соавторстве с другими специалистами был удостоен Государственной премии Правительства

РФ в области науки и техники.

К.В.Новожиловым создана научная школа по экологической энтомотоксикологии, подготовлены 3 доктора и 16 кандидатов наук. Его ученики продолжают развивать эти исследования в системе научных учреждений и службы защиты растений в России и в странах СНГ.

Капитоном Васильевичем опубликовано более 300 работ, в т.ч. 5 монографий и справочников, получено 14 патентов и авторских свидетельств. Его научные работы отличаются фундаментальностью, практической направленностью. Фундаментальные работы К.В.Новожилова в области общей фитосанитарии и обоснования стратегии ее развития в системе всего АПК были высоко оценены ВАСХНИЛ, избравшей его в 1988 г. своим действительным членом.

С 1998 г. К.В.Новожилов, являясь главным научным сотрудником института, осуществлял руководство одним из проектов Федеральной целевой научно-технической программы по созданию высокоэффективных средств защиты растений. В рамках этой программы созданы уникальные биологические препараты, на которые получено 2 международных и 3 российских патента. С целью практической реализации этих разработок созданы биотехнологические производства и получены опытные партии этих препаратов.

В течение всей своей научной деятельности К.В.Новожилов ведет большую научно-организационную и общественную работу. Длительное время он был членом Государственного агропромышленного комитета СССР, членом Научного совета по проблемам химизации сельского хозяйства Госкомитета по науке и технике СССР, членом Научного совета РАН по агрохимии. В течение ряда лет он являлся заместителем председателя Секции АПК комитета по Ленинским и Государственным премиям СССР, более 20 лет выполнял обязанности заместителя председателя Госкомиссии по средствам защиты растений. В 1990-е годы он активно работал в составе Совета Российского фонда фундаментальных исследований, является членом совета Русского энтомологического общества и бюро Отделения защиты растений, возглавляет координационный совет по растениеводству, кормопроизводству и защите растений Северо-Западного научно-методического центра РАСХН, представлял нашу страну в Национальном комитете по сотрудничеству в Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (ЕОЗР), руководил секцией научно-технического совета при Правительстве Ленинградской области.

Много сил и энергии К.В.Новожиловым отдано развитию международно-сотрудничества. Сложившийся высокий научный авторитет и большая общественно-организационная деятельность позволили К.В.Новожилову входить в состав руководящих органов и быть участником многих международных конгрессов и съездов. Его широкая эрудиция и признание за рубежом позволяют поддерживать престиж отечественной науки по защите растений на высочайшем уровне. Многие годы он возглавлял диссертационный совет при ВИЗР, на котором только с 1991 по 2000 гг. защищено более 50 докторских и 125 кандидатских диссертаций. Академик К.В.Новожилов - член редколлегии журналов "Агрохимия", "Сельскохозяйственная биология", "Защита и карантин растений", "Вестник сельскохозяйственной науки", "Химия в сельском хозяйстве", "Вестник защиты растений", "Archives of Phytopathology and Plant Protection".

За многолетнюю плодотворную деятельность К.В.Новожилову присвоено звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, он награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Октябрьской Революции, орденом Почета и медалями.



**К 70-ЛЕТИЮ  
АРКАДИЯ ФЕДОРОВИЧА ЗУБКОВА**

15 сентября 2008 года исполнилось 70 лет Аркадию Федоровичу Зубкову. А.Ф.Зубков родился в деревне в крестьянской семье. После окончания десятилетки он поступает в Омский сельскохозяйственный институт, где принимает активное участие в работе Совета научного студенческого общества. В это же время появляются его первые научные работы. Студентом проходил практику в качестве лаборанта Казахского ИЗР и ВИЗР. После окончания института в 1960 г. некоторое время работал старшим агрономом наблюдательно-го пункта по вредителям и болезням сельскохозяйственных растений в Омской области, позже - ассистентом на кафедре защиты растений Омского СХИ, а с 1962 года - старшим научным сотрудником на Новосибирской станции ВИЗР.

Здесь А.Ф.Зубковым были проведены исследования вредителей сахарной свеклы в средней полосе Западной Сибири и испытаны меры борьбы с ними. В результате для защиты плантаций им рекомендован один-единственный прием - предпосевная обработка семян фунгицидами и инсектицидами, позволяющий эффективно бороться с вредителями и болезнями всходов при небольшом значении остальных вредных видов в местных условиях. По данной теме в 1967 г. он защитил кандидатскую диссертацию.

С 1968 г. он становится сотрудником ВИЗР в лаборатории энтомологии Т.Г.Григорьевой, позже в лаборатории вредоносности насекомых и болезней В.И.Танского, преобразованной в лабораторию агробиоценологии, которой он руководит с 2003 г.

В 1968-1970 гг. А.Ф.Зубков выдвигает гипотезу о формировании саморегулируемого агробиоценоза на площади большей, чем одно поле, а позже, в 1980-х годах на основе полевых исследований обосновывает концепцию формирования агробиогеоценоза - целостной агроэкосистемы ранга биогеоценоза с устойчивым биогеохимическим и добавочным агрономическим круговоротом вещества на территории как минимум полевого севооборота (опубликована в центральных биологических журналах).

Одновременно с теоретическими А.Ф.Зубков ведет методологические разработки количественной характеристики пространственной структуры агробиоценоза и биоценотических связей между его элементами. Им предложены методики расчета трофической структуры агроценоза, позволившие установить идентичность экосистемного устройства далеко расположенных друг от друга полевых севооборотов Северо-Запада РФ и Западной Сибири, а также унифицированные методики сбора и статистической обработки полевого материала с постоянных замаркированных с весны учетных площадок с целью количественной характеристики биоценотических связей. В первую очередь

оценке подлежит вредная деятельность комплекса насекомых, патогенов и сорняков, а также роль энтомофагов в регулировании численности фитофагов. По результатам исследований им разработан новый раздел биоценологии - "Агробиоценологическая фитосанитарная диагностика", написана одноименная монография (1995), защищена докторская диссертация (1996), издана книга "Агробиоценология" (2000).

Существенным вкладом в теоретическую агробиоценологию можно считать научное положение А.Ф.Зубкова об одновременном развитии живого в двух формах - видовой и экосистемной, опубликованное в журнале "Успехи современной биологии" (3, 2005), и концепцию о саморегуляции агробиоценологических процессов, благодаря которым осуществляется функционирование с саморегуляцией агроэкосистем (Вестник защиты растений, 2007). Наряду с ранее разработанной им концепцией организационно-пространственной структуры агробиоценоза данная концепция функциональной организации агробиоценоза завершает в полной мере теоретические взгляды на экосистемное устройство сельской природы и методологию его изучения. Последнее особенно важно в связи с проблемой фитосанитарного оздоровления агроэкосистем.

Большое внимание он уделяет распространению новых методов научных исследований в области защиты растений, им издано 15 методических указаний. В практическом плане предложено к внедрению в южной зоне Ставрополья разработанное уравнение комплексной вредоносности сорняков, вредителей и болезней на озимой пшенице. Методические указания внедрены в нескольких институтах защиты растений России, Польши, СРВ и Кубы. За успешное сотрудничество награжден медалью СРВ "Дружба".

Следует отметить стремление А.Ф.Зубкова проводить комплексные биоценологические исследования при участии сотрудников как лаборатории, так и других учреждений. Он координировал работу по изучению агробиоценозов на так называемых полигонах программированных урожаев институтов АФИ и СО ВАСХНИЛ в 1970-1980 гг. Под его руководством проводятся исследования по численному моделированию целостной агроэкосистемы полевого севооборота (стационар НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева) с целью разработки реалистичных подходов к фитосанитарному оздоровлению агробиоценозов.

А.Ф.Зубковым опубликовано 160 научных работ, включая 7 книг, 20 брошюр, 90 статей. Он активно выступает с докладами на различных конференциях (40 тезисов).

А.Ф.Зубков активно участвует в общественной жизни института: был председателем Совета молодых ученых института, избирался в состав местного комитета, постоянно оказывает научно-методическую помощь аспирантам и сотрудникам ВИЗР. Им подготовлен и издан учебный курс "Агробиоценология" (2005).

Под его руководством были подготовлены и успешно защищены 3 докторские и 4 кандидатские диссертации. В 2006 году А.Ф.Зубкову присвоено ученое звание профессора по специальности защита растений.

*Коллектив ВИЗР*



### **К ЮБИЛЕЮ И.Я. ГРИЧАНОВА**

10 сентября 2008 г. исполнилось 50 лет со дня рождения руководителя лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов, доктора биологических наук Игоря Яковлевича Гричанова.

Почти 30 лет из них творческая и научная деятельность Игоря Яковлевича была связана с нашим институтом, в рамках которого выпускник Воронежского государственного университета, успешно пройдя аспирантскую подготовку в ВИЗР, за сравнительно короткий срок прошел путь от младшего научного сотрудника отдела новых методов до руководителя лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов ВИЗР. Развиваемые И.Я.Гричановым фундаментальные исследования в области изучения природы и механизмов действия биологически активных веществ, регулирующих поведение вредных чешуекрылых, явившиеся предметом его кандидатской, а затем и докторской диссертации, представляют не только большой научный интерес, но и являются одной из основ разработки стратегии их практического использования. Именно продолжение и углубление этих работ дало возможность перейти к разработке вопросов теории и практики агроэкологического и фитосанитарного районирования территории России - одного из важнейших направлений, развиваемых в настоящее время лабораторией фитосанитарной диагностики и прогнозов, руководимой И.Я.Гричановым.

Об исключительно хороших организаторских способностях И.Я.Гричанова свидетельствует и тот факт, что подавляющая часть проводимых под его руководством исследований основывается на совместной работе не только с рядом НИИ РАН и РАСХН, но и при научно-техническом сотрудничестве с рядом организаций зарубежных стран, а также при ежегодной поддержке грантами РФФИ.

Коллектив ВИЗР поздравляет Игоря Яковлевича Гричанова со знаменательной датой жизни и желает ему успешного продолжения творческого поиска, здоровья и большого счастья.

*Коллектив ВИЗР*

## Содержание

ФИТОСАНИТАРНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ. <i>В.А.Павлюшин, Н.А.Вилкова, Г.И.Сухорученко, С.Р.Фасулати, Л.И.Нефедова</i>	3
К ВОПРОСУ О ФИТОСАНИТАРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ <i>В.Г.Иващенко</i>	27
ПРОТИВОСНОСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. <i>Н.В.Никитин, Ю.Я.Спиридонов, В.А.Абубижеров, М.С.Раскин</i>	47
РОЛЬ СОРТА И АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ <i>С.М.Синицына, Т.А.Данилова, О.В.Тюпышева, Л.А.Попова</i>	56
ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ КЛОПА <i>NESIDIOCORIS TENUIIS REUTER</i> (MIRIDAE) ПРИ ПИТАНИИ ТЕПЛИЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКОЙ. <i>И.М.Пазюк</i>	65
<b><u>Краткие сообщения</u></b>	
МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ДОЗ ФЕРОМОНА НА ОНТОГЕНЕЗ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВРЕДИТЕЛЕЙ <i>Т.Н.Настасе, В.И.Войняк, Г.К.Рошка, Б.Г.Ковалев, М.Г.Батко</i>	71
АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ПОДОРОЖНИКА СРЕДНЕГО <i>PLANTAGO MEDIA L.</i> (СЕМЕЙСТВО ПОДОРОЖНИКОВЫЕ <i>PLANTAGINACEAE JUSS.</i> ) <i>И.Н.Надточий, И.А.Будревская</i>	73
<b><u>Хроника</u></b>	
К 80-ЛЕТИЮ КАПИТОНА ВАСИЛЬЕВИЧА НОВОЖИЛОВА	74
К 70-ЛЕТИЮ АРКАДИЯ ФЕДОРОВИЧА ЗУБКОВА	76
К ЮБИЛЕЮ И.Я.ГРИЧАНОВА	78

## Contents

PHYTOSANITARY CONSEQUENCES OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL ECOSYSTEMS. <i>V.A.Pavlyushin, N.A.Vilkova, G.I.Sukhoruchenko, S.R.Fasulati, L.I.Nefedova</i>	3
TO THE QUESTION ON PHYTOSANITARY STABILIZATION IN AGROECOSYSTEMS. <i>G.Ivaschenko</i>	27
ANTI-DRIFT TECHNOLOGY FOR APPLICATION OF NEW GENERATION HERBICIDES. <i>N.V.Nikitin, Yu.Ya.Spiridonov, V.A.Abubikerov, M.S.Raskin</i>	47
ROLE OF VARIETIES AND AGRONOMIC FACTORS IN FORMATION OF POTATO PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA <i>S.M.Sinitsyna, T.A.Danilova, O.V.Tyupysheva, L.A.Popova</i>	56
BIOLOGICAL FEATURES OF POLYTROPHIC BUG <i>NESIDIOCORIS TENUIS</i> (MIRIDAE) AT FEEDING ON GREENHOUSE WHITEFLY. <i>I.M.Pazyuk</i>	65
<b><u>Brief Reports</u></b>	
THE MECHANISM OF ACTION OF HIGH DOSES OF PHEROMONE ON ONTOGENESIS OF SOME PEST SPECIES <i>T.N.Nastase, V.I.Voinyuk, G.K.Roshka, B.G.Kovalev, M.G.Batko</i>	71
AREA AND ZONE OF WEEDINESS OF <i>PLANTAGO MEDIA</i> L. (PLANTAGINACEAE) <i>I.N.Nadtochii, I.A.Budrevskaya</i>	73
<b><u>Chronicle</u></b>	
TO THE 80 <sup>th</sup> BIRTHDAY ANNIVERSARY OF KAPITON VASIL'EVICH NOVOZHILOV	74
TO THE 70 <sup>th</sup> BIRTHDAY ANNIVERSARY OF ARKADII FEDOROVICH ZUBKOV	76
TO THE BIRTHDAY ANNIVERSARY OF I.YA. GRICHANOV	78



## Информация для авторов

В "Вестнике защиты растений" публикуются результаты оригинальных исследований, теоретические обзоры, прикладные работы, дискуссии, рецензии по проблемам энтомологии, фитопатологии, герпетологии, зоологии, нематодологии и других дисциплин, имеющих отношение к современной защите растений.

Журнал пропагандирует биологический, агротехнический и селективный химический методы защиты растений, методы создания и использования устойчивых сортов сельскохозяйственных культур, фитосанитарную диагностику, мониторинг состояния агроэкосистем, технологию и экономику применения средств защиты растений, построение

компьютерных моделей процессов, идущих в агроэкосистемах.

Особое внимание уделяется работам, посвященным комплексной защите сельскохозяйственных культур с учетом экологической безопасности, хозяйственной и экономической оправданности защитных мероприятий.

Журнал проводит периодические дискуссии по различной тематике защиты растений.

Разделы журнала:

- теоретические, обзорные, экспериментальные и методические статьи,
- краткие сообщения,
- рецензии и научные дискуссии,
- хроника.

## Требования к оформлению рукописи

1. Объем статьи - до 25 машинописных страниц. Все материалы (текст, таблицы, рисунки, контрастные черно-белые фотографии, подписи к рисункам) присылаются в одном экземпляре. Рукопись желательно дополнительно присылать на дискете или по электронной почте.

В файлах, набранных в компьютерных редакторах Word, OpenOffice и др. просим воздержаться от применения нестандартных стилей и макросов. В шаблоне А4 размер шрифта Times, Journal, Arial - 12 пунктов, в шаблоне А5 - 10 пунктов, в таблицах, подписях к рисункам и списке литературы - 9 пунктов. Межстрочный интервал - одинарный. Ориентация страницы "книжная".

2. В первой строке статьи указывают ее название, во второй - инициалы и фамилии авторов, в третьей - организацию, город, страну. Перед текстом статьи помещают аннотацию до 10 строк, в которой приводится краткое описание работы. Отдельно представляют текст резюме объемом до 15 строк (фамилии авторов на английском языке).

3. Рисунки, подписи к ним, таблицы печатают в тексте.

4. Латинские названия видов приводят при первом их упоминании в тексте с указанием автора вида или повторно при

сокращении названия рода до первой буквы. Желательно придерживаться современной номенклатуры.

5. Дробная часть числа отделяется точкой.

6. Примерный план оригинальной статьи: краткое вступление, методика исследований, результаты и их обсуждение, выводы, список литературы.

7. При ссылках на литературу в тексте указывают фамилию автора статьи и год издания, например: (Иванов, Петров, 1995) или в случае более двух авторов (Иванов и др., 1999,2000).

8. В списке литературы приводят только цитируемые в статье работы в алфавитном порядке (сначала на русском, затем - на иностранных языках) с указанием фамилии автора, его инициалов, названия книги или статьи, названия журнала, тома (арабскими цифрами), № или выпуска, года, страниц (через запятые). Для книг указывается место издания. Например: Иванов И.И. Название статьи. /Название журнала, 47, 5, 1999, с.20-32; Иванов И.И. Название книги. М., 1999, 50 с.

9. Рукописи статей авторам не возвращаются.

10. Первому в списке автору статьи высылается номер журнала и 10 оттисков.