

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ISSN 1727-1320

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

---

PLANT PROTECTION NEWS

4

Санкт-Петербург - Пушкин  
2011

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

Учредитель - Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН (ВИЗР)

Зарегистрирован в ГК РФ по печати № 017839 от 03 июля 1998 г.

Главный редактор В.А.Павлюшин

Зам. гл. редактора К.В.Новожилов

Зам. гл. редактора В.И.Долженко

Отв. секретарь В.Г.Иващенко

## Редакционный совет

А.Н.Власенко - академик РАСХН, СибНИИЗХим	С.Прушински - д.б.н., профессор, Польша
В.И.Долженко - академик РАСХН, ВИЗР	Е.Е.Радченко - д.б.н., ВИР, РАСХН
Ю.Т.Дьяков - д.б.н., профессор, МГУ	И.В.Савченко - академик РАСХН
В.А.Захаренко - академик РАСХН	С.С.Санин - академик РАСХН, ВНИИФ
С.Д.Каракотов - д.х.н., ЗАО Щелково-Агрохим	С.Ю.Синев - д.б.н., ЗИН РАН
В.Н.Мороховец - к.б.н., ДВНИИЗР	К.Г.Скрябин - академик РАН, РАСХН, Центр "Биоинженерия" РАН
В.Д.Надыкта - академик РАСХН, ВНИИБЗР	М.С.Соколов - академик РАСХН, РБК ООО "Биоформатек"
К.В.Новожилов - академик РАСХН, ВИЗР	С.В.Сорока - к.с.-х.н., Белоруссия
В.А.Павлюшин - академик РАСХН, ВИЗР	

О.С.Афанасенко - чл.-корр. РАСХН  
И.А.Белоусов - к.б.н.  
Н.А.Белякова - к.б.н.  
В.Н.Буров - чл.-корр. РАСХН  
Н.А.Вилкова - д.с.-х.н., проф.  
Н.Р.Гончаров - к.с.-х.н.  
И.Я.Гричанов - д.б.н.  
А.П.Дмитриев - д.б.н.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А.Ф.Зубков - д.б.н., проф.  
В.Г.Иващенко - д.б.н., проф.  
М.М.Левитин - акад. РАСХН  
Н.Н.Лунева - к.б.н.

А.К.Лысов - к.т.н.  
Г.А.Наседкина - к.б.н.  
Д.С.Переверзев (секр.)-к.б.н.  
Н.Н.Семенова - д.б.н.  
Г.И.Сухорученко - д.с.-х.н., проф.  
С.Л.Тютерев - д.б.н., проф.  
А.Н.Фролов - д.б.н., проф.  
И.В.Шамшев - к.б.н.

## Редакция

А.Ф.Зубков (зав. редакцией), И.Я.Гричанов, С.Г.Удалов, Е.О.Вяземская

Россия, 196608, Санкт-Петербург-Пушкин, шоссе Подбельского, 3, ВИЗР

E-mail: vizrspb@mail333.com

vestnik@iczf.ru

УДК 633.1:632.1/4(470)

## НОВЫЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ БОЛЕЗНИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ

О.С. Афанасенко, Л.А. Михайлова, Н.В. Мироненко, А.В. Анисимова,  
Н.М. Коваленко, О.А. Баранова, К.В. Новожилов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Обобщены результаты исследований зарубежных ученых и авторов по распространению, вредоносности, диагностике, биологии популяций возбудителей новых болезней пшеницы и ячменя *P. tritici-repentis*, *P. teres* f. *teres*, *P. teres* f. *maculata*, *Ramularia collo-cygni*, расы Ug99 *Puccinia graminis* и возможностям генетической защиты.

Ключевые слова: новые болезни пшеницы и ячменя *P. tritici-repentis*, *P. teres* f. *teres*, *P. teres* f. *maculata*, *Ramularia collo-cygni*, раса Ug99 *Puccinia graminis*.

В истории фитопатологии немало примеров появления новых патогенов и рас, способных вызывать эпифитотии на различных сельскохозяйственных культурах.

В последние десятилетия накопилась информация о распространении новых вредоносных болезней, вызываемых патогенами, считавшимися ранее сапрофитами, не приносящими заметного вреда. Многие из новых болезней злаков вызваны грибами из родов *Cochliobolus* и *Pyrenophora*.

Ярким примером может служить желтая пятнистость пшеницы, вызываемая аскомицетом *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler, которая впервые была выявлена около 25 лет назад на Северном Кавказе. В короткое время развитие этой болезни достигло эпифитотийного уровня (Гранин и др., 1989).

Относительно новой можно считать сетчатую пятнистость ячменя (возбудитель *Pyrenophora teres* Drechs.), которая впервые как вредоносная болезнь была обнаружена в России на полях Восточно-Степной опытной областной сельскохозяйственной станции Э.Э.Гешеле в 1928 г. Однако к числу широко распространенных и вредоносных болезней ячменя во всех регионах его возделывания сетчатую пятнистость стали относить в конце 1950-х - начале 1960-х годов.

В конце 1980-х годов в посевах ячменя в различных странах начала превалировать spot-форма возбудителя сетчатой пятнистости *P. teres* f. *maculata*, которая впервые была описана V.Smedegaard-Peterson (1977). В России повсеместно сетчатую пятнистость вызывает *P. teres* f. *teres*. В 2010 г.

нами впервые в коллекционных посевах озимого ячменя Краснодарского НИИ сельского хозяйства им. П.П.Лукияненко обнаружена spot-форма *P. teres* f. *maculata* (Анисимова и др., 2011).

Рамуляриоз ячменя (возбудитель *Ramularia collo-cygni*) как вредоносное заболевание впервые был описан в 1987 г. в Австрии (Huss et al., 1987), затем появились сообщения о сильном поражении ячменя в других европейских странах: Германии (Sachs, 2000), Шотландии (Oxley, Havis, 2004), Чехии (Minarikova et al., 2002), Швеции (Djurle, Rasmussen, 2006). В настоящее время рамуляриоз относится к числу экономически значимых болезней ячменя в Европе (Pinnschmidt, Novmoller, 2003) и Новой Зеландии (Cromeu et al., 2002).

Заметным событием в фитопатологии стало распространение расы стеблевой ржавчины Ug99, или по североамериканской номенклатуре TTKS (Wanyera et al., 2006). Впервые эта раса была идентифицирована в Уганде в 1999 г. (Pretorius et al., 2000) и отличалась от других рас вирулентностью к сортам пшеницы с геном длительной устойчивости *Sr31*, который локализован в пшенично-ржаной транслокации 1BL.1RS. Возникла угроза эпифитотий стеблевой ржавчины, одной из самых вредоносных болезней пшеницы и ячменя, в районах возможного заноса инфекции.

Для таких болезней как желтая пятнистость пшеницы (возбудитель *P. tritici-repentis*) и сетчатая пятнистость ячменя (*P. teres* f. *teres*) в мировой, в т.ч. и российской науке (ВИЗР), разработаны методологические основы селекции на устойчивость, ба-

зирующиеся на сведениях об эволюционном потенциале возбудителей и генетическом разнообразии устойчивости хозяев. Распространение новых видов и рас возбудителей болезней пшеницы и ячменя на территории России вызывает необходимость проведения комплексных исследований для обоснования возможности генетической защиты зерновых культур.

В данной публикации обобщены результаты мирового опыта и исследований авторов по изучению распространения, вредности, диагностики, биологии популяций возбудителей новых болезней пшеницы и ячменя *P. tritici-repentis*, *P. teres f. teres*, *P. teres f. maculata*, *Ramularia collo-cygni*, расы Ug99 *Puccinia graminis* и возможностям генетической защиты.

Гриб *P. tritici-repentis* первоначально был описан в первой трети двадцатого столетия как сапрофит на многих видах растений-хозяев, который мог лишь иногда действовать как болезнетворный микроорганизм. В 1970-х годах в Канаде было зарегистрировано эпифитотийное развитие болезни, названной желтой пятнистостью пшеницы (tan spot, пиренофороз), вызываемой аскомицетом *P. tritici-repentis* (Lamari et al., 2005).

T.Friesen и др. (2006a, 2007) утверждают, что это изменение вирулентности случилось, когда ген, кодирующий белковый токсин *ToxA*, был включен в геном *P. tritici-repentis* в результате горизонтальной передачи от другого вида грибного патогена, *Stagonospora nodorum*, также вызывающего пятнистость пшеницы. Явление горизонтального переноса генетического материала (целых хромосом, отдельных генов) широко изучено и фиксировано у прокариот и эукариот (Шестаков, 2009) и в настоящее время благодаря развитию возможностей секвенирования геномов стало известным и у фитопатогенных грибов. Ген *ToxA* был первоначально идентифицирован в *P. tritici-repentis*, но не был известен у *S. nodorum*. В результате сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей показано, что ген *ToxA* у *S. nodorum* на 99.7% сходен с геном *P. tritici-repentis* (Friesen et al., 2006a, 2007).

В России желтая пятнистость наиболее распространена на Северном Кавказе, где она впервые была зарегистрирована в 1985

г. (Гранин и др., 1989). В 1992-1993 гг. эта болезнь была обнаружена на всей территории Краснодарского и Ставропольского краев. В 1993 г. частота встречаемости желтой пятнистости среди других листовых пятнистостей составила 37% (Андропова, Бессмельцев, 1994). В 2006 г. на отдельных полях южной предгорной и центральной зон Северо-Кавказского региона ее распространенность достигала 100%, а развитие - 70-80%. Пораженность листовой поверхности растений пшеницы достигла у некоторых сортов 60% (Кремнева, 2007; Кремнева, Волкова, 2007).

Желтая пятнистость стремительно распространилась по территории России. Она обнаружена нами в Дагестане, в Западной Сибири, на Алтае (Михайлова и др., 2007а). В начале нынешнего столетия болезнь в значительной степени поразила пшеницу на северо-западе, где по нашим наблюдениям развитие болезни на некоторых сортах в 2007 г. достигало 70%.

В связи с тем, что в России желтая пятнистость лишь недавно отнесена к числу доминирующих болезней, селекция пшеницы на устойчивость к этой болезни явно отстала от потребностей производства. Защита пшеницы от данной болезни требует всесторонних знаний в области взаимоотношений паразита и хозяина, включающих сведения о биологии популяций *P. tritici-repentis*, о генофонде устойчивости рода *Triticum*, позволяющих проводить рациональный поиск и использование в селекции доноров эффективных генов устойчивости.

Характеристика видов *Triticum* и *Aegilops* по частоте встречаемости устойчивых образцов была дана нами совместно с сотрудниками ВИР им. Н.И.Вавилова (Михайлова, Коваленко, 2006; Михайлова и др., 2007б; Михайлова, Коваленко, 2009). По нашим данным, виды *T. macha*, *T. vavilovii*, *T. timopheevi*, *T. araraticum*, *T. urartu*, *T. monococcum*, *T. spelta* и *T. persicum* характеризуются наиболее высокими частотами встречаемости устойчивых образцов. В коллекции мягкой пшеницы *T. aestivum* частота устойчивых образцов составила 27%. Такого же порядка частота их встречаемости отмечена и в испытаниях коллекционных образцов пшеницы СУММИТ (Rees, Platz, 1990; Riede et al., 1996.), чешских и канадских коммерческих сортов (Šárová, 2004; Lamari et al., 2005). Нами показа-

но, что среди озимых пшениц частота встречаемости устойчивых сортов выше, чем среди яровых пшениц (Коваленко и др., 2011).

Результаты проведения скрининга по устойчивости к желтой пятнистости показали, что в целом род *Aegilops* значимо более устойчив, чем род *Triticum* (Михайлова, Коваленко, 2006; Михайлова и др., 2007б). Наиболее высокими частотами встречаемости устойчивых образцов характеризуются виды - носители генома D - *Ae. tauschii* и *Ae. cylindrica*, и носитель геномов UMt *Ae. triaristata*.

Согласно П.М.Жуковскому (1928,1971) происхождение выделенных нами видов пшеницы и эгилопса, характеризующихся наиболее высокими частотами встречаемости устойчивых к желтой пятнистости образцов, - регион Закавказья.

В результате проведения скрининга мировой коллекции ВИР выявлены высокоустойчивые образцы озимой и яровой пшеницы, которые рекомендованы в качестве доноров устойчивости. Изучение генетического контроля устойчивости этих образцов показало, что признак может быть детерминирован одним и большим числом генов, при этом у образцов яровой пшеницы наследование, как правило, моногенное, у озимой пшеницы - более сложное (Михайлова, Коваленко, 2009).

В период 2005-2010 гг. впервые в России были проведены исследования популяций возбудителя желтой пятнистости *P. tritici-repentis* (Мироненко и др., 2005; Михайлова и др., 2007а). Материалом служили образцы популяций гриба, собранные на Северном Кавказе (Краснодарский край и Дагестан), на северо-западе (Ленинградская, Новгородская и Псковская обл.) и в Западной Сибири (Омск). С помощью идентификаторов токсинов, продуцируемых грибом, *Ptr ToxA*, *Ptr ToxB* и *Ptr ToxC* - сортов Glenlea и линий 6В662, 6В365 (Lamari et al., 1998) определен расовый состав популяций. Было показано, что в исследованных популяциях доминируют расы, продуцирующие *Ptr ToxA*. Для характеристики вирулентности образцов популяций патогена был использован подобранный нами набор сортодифференциаторов (Михайлова и др., 2002; 2007а; 2010а,б). Показано, что в течение всех лет исследования наименее вирулентными были изоляты из дагестанской попу-

ляции. Тип инфекции изолятов из этой популяции на подавляющем большинстве дифференциаторов был ниже, чем у изолятов из популяций Краснодарского края и Северо-Запада. Популяция Краснодарского края была менее вирулентна, чем популяция Северо-Запада. Генное разнообразие по вирулентности выборки изолятов из популяций Северо-Запада в течение всех лет исследования превышало таковое для выборки изолятов Северного Кавказа. Популяции патогена имели клональную фракцию, состоящую из изолятов с идентичными генотипами вирулентности. Доля клональной фракции также в течение всех лет была ниже в выборке изолятов Северо-Запада, чем в выборке с Северного Кавказа. Мы полагаем, что возраст популяции отражается в ее структуре по признаку вирулентности. Наиболее «старая» среди исследованных нами на территории России северокавказская популяция является наименее вирулентной, что можно объяснить действием естественного отбора против избыточной вирулентности. Вместе с тем, популяция, завоевывающая новые территории, должна быть представлена наиболее вирулентными и агрессивными особями, что должно сужать пределы ее изменчивости. Это предположение подтверждается низким генным разнообразием и наличием более высокой доли клональной фракции в северокавказской популяции патогена в сравнении с популяцией Северо-Запада (Михайлова и др., 2007а, 2010б).

Сетчатая пятнистость ячменя, вызываемая аскомицетом *P. teres*, известна как вредоносное заболевание в европейских странах с середины 1960-х годов (Smiljakovic, Kostic, 1967; Jorgensen, 1969), а также в Австралии (Shipton, 1966), Канаде (Buchannon, McDonald, 1965) и Северной Африке (Kenneth et al., 1967). Немного раньше это заболевание было причислено к вредоносным в США, Южной Америке и Японии (Mode, Schaller, 1958; Frecha, 1958). В СССР оно впервые было отмечено в Прибалтике (Бенкен и др., 1969). В России несмотря на то, что селекционная работа с ячменем началась с 1910-1920 гг. (Бахтеев, 1955), сетчатая пятнистость не привлекала внимания селекционеров в связи с незначительной распространенностью и интенсивностью развития. Развитие эпифитотий болезни, зафиксированных нами в некоторых

районах Нечерноземной зоны России в середине 1970-х годов, по-видимому, было связано с повсеместным увеличением посевов ячменя как важнейшей зернофуражной культуры (площади в СССР, занятые под ячменем, увеличились с 9.1 млн га в 1941 г. до 34.5 млн га к 1977 г.), так и широким внедрением в производство сильно восприимчивых, в т.ч. интродуцированных сортов. Эпифитотии начала 70-х годов привели селекционеров к печальному выводу о полном отсутствии данных о поражаемости селекционного материала возбудителем сетчатой пятнистости. Таким образом, появившаяся как эпифитотийно опасное заболевание в середине 1960-х годов, сетчатая пятнистость приобрела статус самого распространенного заболевания ячменя во всех зонах возделывания культуры, от южной Африки до Норвегии.

Многолетнее изучение изменчивости гриба *P. teres f. teres* позволило выявить высокую гетерогенность популяций по признаку вирулентности (Afanasenko, 2001) и создать международный набор сортодифференциаторов ячменя, который принят для использования на всех континентах (Afanasenko et al., 2009). В результате генетического анализа признака вирулентности у *P. teres f. teres* выявлено более 40 генов авирулентности (Мироненко и др., 2005). Результаты параллельного анализа генетики устойчивости и генетики вирулентности в патосистеме *P. teres f. teres* - *Hordeum vulgare* позволили нам постулировать существование в данной патосистеме взаимоотношений между паразитом и хозяином по типу ген-на-ген (Afanasenko et al., 2007).

Сведения о характере распределения популяций *P. teres f. teres* в пространстве легли в основу разработки методологии использования доноров устойчивости ячменя в селекции (Афанасенко, 2005). Таким образом, из разряда новых возбудителей *P. teres f. teres* паразит перешел в разряд наиболее изученных, как у нас в стране, так и во всем мире, в связи с его широким распространением и вредоносностью.

Однако в конце 1980-х годов в патогенном комплексе ячменя произошли изменения, связанные с превалированием в различных странах spot-формы возбудителя сетчатой пятнистости *P. teres f. maculata*, которая впервые была описана V. Smedegaard-Petersen (1977) на основании

особенностей симптоматики. Автор выделил две формы: *P. teres f. teres* - net-форму, вызывающую симптомы типично сетчатой пятнистости, и *P. teres f. maculata* - spot-форму, вызывающую округлую пятнистость, сходную с проявлением темно-бурой пятнистости (возбудитель *Cohliobolus sativus*). Между двумя формами отсутствовали различия по морфологии конидиального и сумчатого спороношения и по циклу развития; эти две формы успешно скрещивались с образованием фертильного потомства (Campbell et al., 1999). Таким образом, различия были связаны только с симптомами проявления болезни на ячмене. В то же время многими исследователями было показано, что эти две формы относятся к филогенетически дивергентным группам (Serenius et al., 2005; Bakonyi, Justesen, 2007; Rau et al., 2007). Разработаны специфичные праймеры, определяющие в ПЦР диагностические фрагменты для каждой формы (Williams et al., 2001; Leisova et al., 2005). Нашими исследованиями показано, что при скрещивании изолятов, относящихся к разным формам, снижается выживаемость аскоспор и часто наблюдаются нарушения в мейозе, приводящие к образованию 4 аскоспор вместо 8, что свидетельствует о существовании репродуктивной изоляции между формами *P. teres f. teres* и *P. teres f. maculata* (Мироненко, Афанасенко, 2011).

Наличие в популяциях *P. teres f. maculata* было подтверждено в условиях Канады (Tekauz, 1990), США и Средиземноморья (Bokelman, et al., 1983), Австралии (Khan et al., 1988), Европы (Brandl, Hoffmann, 1991; Arabi et al., 1992). В настоящее время в отдельных регионах мира возбудитель *P. teres f. maculata* является доминирующим в патогенном комплексе, например в некоторых странах Европы (Arabi et al., 1992; Jorgensen et al., 2000; Leisova et al., 2005; Tuohy et al., 2006), Канады (Tekauz, 1990; van den Berg, Rossnagel, 1991), Южной Африки (Louw et al., 1996), Уругвае (Pereyra, Castro, 2011) и Австралии (Khan, Tekauz, 1982; McLean et al., 2010).

Нами было опубликовано сообщение о первой находке в 2010 г. в коллекционных посевах озимого ячменя Краснодарского НИИ сельского хозяйства им. П.П.Лукьяненко spot-формы *P. teres f. maculata* (Анисимова и др., 2011). Диагностика *f. maculata* была про-

ведена как с использованием традиционных фитопатологических тестов, так и методом ПЦР со специфическими праймерами.

Основной проблемой, связанной с возникновением новой формы патогена, стало отсутствие устойчивых к ней сортов ячменя. Сложная детерминация признака устойчивости к net-форме сетчатой пятнистости была показана нами при классическом гибридологическом анализе. Характер наследования устойчивости зависел от генотипа изолята, использованного при анализе расщеплений в гибридных популяциях  $F_2$  (Афанасенко и др., 1999). В результате длительного изучения генетического разнообразия устойчивости ячменя к *P. teres* f. *teres* в различных странах мира, в т.ч. и в России, были созданы генетические коллекции доноров устойчивости, которые активно используются в практической селекции. В обзоре Z.Liu et al. (2011) приведены данные картирования генетических детерминант устойчивости проростков и взрослых растений к *P. teres* f. *teres* с использованием 20 дигаллоидных картирующих популяций и к *P. teres* f. *maculata* - 10 картирующих популяций. Приведенные данные свидетельствуют об участии в паразит-хозяинных отношениях как «больших» генов, контролирующих качественную реакцию растений, так и «малых» генов (QTL), детерминирующих количественную устойчивость.

Многими исследователями было показано различие в генетической детерминации устойчивости ячменя к *P. teres* f. *teres* и *P. teres* f. *maculata* (Friesen et al., 2006b; Manninen et al., 2006; Grewal et al., 2008). Генетические детерминанты устойчивости к net-форме были выявлены на всех хромосомах ячменя, тогда как к spot-форме - только на 3Н, 4Н, 5Н и 7Н (Liu et al., 2011). В то же время T.Grewal et al. (2008) показали, что 3 QTL на хромосомах 6Н (*QRpt6*), 4Н (*QRpts4*), и 7Н (*QRpt7*) были ассоциированы с устойчивостью как к spot-, так и net-формам *P. teres*.

Несколько исследовательских групп обнаружили «большой» ген, детерминирующий качественную реакцию различных устойчивых образцов к net-форме *P. teres* на хромосоме 6Н (Cakir et al., 2003; Manninen et al., 2006; Abu Qamar et al., 2008; Gupta et al., 2011). S.Gupta et al. (2011) показали, что в районе центромеры хромосомы 6Н существует сложный локус, состоящий по крайней мере из трех аллелей или трех тесно

сцепленных генов.

Ген *Rpt4*, контролирующий устойчивость как проростков, так и взрослых растений к spot-форме, был локализован на хромосоме 7Н у шести источников устойчивости Galleon, Keel, Tilga, Chebec, CI 9214, VB9104. В то же время у этих же сортов были локализованы дополнительные генетические детерминанты устойчивости взрослых растений на хромосомах 4Н и 5Н (Williams et al., 1999; 2003). Ген *Rpt6*, также детерминирующий устойчивость проростков ячменя к spot-форме, был картирован на хромосоме 5Н (Manninen et al., 2006) и еще один не обозначенный символом «большой» ген - на хромосоме 4Н (Friesen et al., 2006b).

Обнаружение spot формы - *P. teres* f. *maculata* в Краснодарском крае и различная генетическая детерминация устойчивости ячменя к net и spot формам диктует необходимость проведения комплексных исследований по изучению генетического разнообразия устойчивости ячменя для обеспечения селекции эффективными в условиях России донорами устойчивости.

Близкий к *P. teres* таксономический вид *Pyrrenophora graminea* вызывает полосатую пятнистость ячменя. Болезнь характеризуется диффузным поражением всего растения, стебель отстает в росте, не выколашивается, а если выколашивается, то наблюдается пустоколосица, или образуются щуплые семена. На всех листьях растения по их длине образуются сначала темно-зеленые полосы, которые со временем темнеют и превращаются в коричневые некрозы. Некрозы, тянущиеся вдоль средней жилки, разрываются, и на них образуется обильное конидиальное спороношение гриба. При неблагоприятных для развития болезни условиях возможно образование одного или нескольких нормально развитых боковых стеблей. Гибель растения в зависимости от условий может наступить на всех фазах вегетации растения.

Виды *P. teres* Drechs. (Drechsler, 1923) и *P. graminea* Ito et Kurib. (Ito, Kuribayashi, 1931) были описаны на основании морфологических и физиологических критериев, которые, однако, очень вариабельны и в сильной степени зависят от условий среды и места обитания. Морфологические параметры конидий и аскоспор этих двух видов перекрываются внутри диапазона их из-

менчивости. На этом основании J.Jorgensen (1971) считает невозможным разделение этих видов при фитопатологической экспертизе семян. V.Smedegaard-Petersen (1976,1983) впервые, используя генетико-популяционный критерий вида - способность скрещиваться и давать фертильное потомство, показал, что изоляты *P. teres* и *P. graminea* образуют фертильные гибриды. Потомство от скрещивания *P. teres* и *P. graminea* расщеплялось по способности вызывать симптомы поражения ячменя, свойственные родительским компонентам, а также промежуточного типа. На этом основании, а также учитывая морфологическое сходство репродуктивных и вегетативных структур, автор пришел к выводу, что виды *P. teres* и *P. graminea* являются двумя формами (или двумя физиологическими расами).

Первые работы по поиску ДНК-полиморфизмов, коррелирующих с видовым статусом, у грибов рода *Pyrenophora* были выполнены в России (Булат, Мироненко, 1989а,1989б,1990). На основании анализа ДНК-полиморфизмов грибов было заявлено, что грибы *P. teres* и *P. graminea* представляют один биологический вид (Булат, Мироненко, 1990).

Мы проанализировали степень генетического родства изолятов *P. teres* f. *teres*, *P. teres* f. *maculata* и *P. graminea*. Материалом служили идентифицированные изоляты из различных зарубежных коллекций, в т.ч. из Дании от V. Smedegaard-Petersen и из коллекции нашей лаборатории. В качестве молекулярных маркеров использовали полиморфные фрагменты ДНК, амплифицированные в УП-ПЦР (ПЦР с универсальными праймерами) (Булат, Мироненко, 1996), и RFLPs внутренних транскрибируемых спейсеров рДНК (ITS1 и ITS2).

Для установления филогенетического родства изолятов р. *Pyrenophora* использовали кладистический анализ полиморфных (филогенетически информативных) ДНК-фрагментов, полученных в УП-ПЦР и в результате рестрикции амплифицированных фрагментов рДНК. Топология дерева, построенного по данным обоих анализов, совпала. Изоляты *P. teres* f. *teres* образовали статистически поддерживаемый кластер, отдельный от двух самостоятельных кластеров изолятов *P. teres* f. *maculata* и *P. graminea*. Причем кластер изолятов *P. teres*

f. *maculata* оказался ближе к кластеру *P. graminea*, чем к *P. teres* f. *teres*.

Анализ УП-ПЦР паттернов и полиморфизма рДНК грибов *P. teres* и *P. graminea*, с одной стороны, однозначно указывает на существование различий на уровне ДНК между изолятами, относимыми к формам f. *teres*, f. *maculata* и таксономическому виду *P. graminea*, а с другой - на их принадлежность к одному филогенетическому виду. Полученные данные подтвердили высказанное ранее предположение о существовании единого биологического вида *P. teres*, включающего в себя f. *teres*, f. *graminea* и f. *maculata*, на основании их способности скрещиваться и давать фертильное потомство (Smedegaard-Petersen, 1977, 1983).

Полученные нами данные согласуются также с результатами филогенетического анализа между формами *P. teres* и *P. graminea* с использованием RAPD маркеров (Bakonyi, Justesen, 2007), AFLP анализа (Leišova et al., 2005), а также секвенирования ITS областей и гена глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназы (Verbee et al., 1999; Zhang, Verbee, 2001).

О близком генетическом родстве изолятов *P. graminea* и *P. teres* свидетельствует также доказанный факт генетического обмена между этими таксономическими видами, выявленный в результате филогенетического анализа с использованием маркеров на ретротранспозон Puggi методом S-SAP (sequence-specific amplified polymorphism) (Taylor et al., 2004). Тем не менее, формы грибов сохраняют в природе свою генетическую обособленность (Serenius et al., 2005; Bogacki et al., 2010; Мироненко, Афанасенко, 2011).

Устойчивость к полосатой пятнистости, также как и к обеим формам сетчатой пятнистости, может быть как олигогенной, обеспечивающей полную защиту сортов, так и полигенной, с различной степенью выраженности признака (Thomsen et al., 1997). Наиболее известными донорами устойчивости служат сорта Vada и Minerva (Thomsen et al., 1997). Оба сорта происходят от кросса между Svalof Gull (Gold) и образца *Hordeum laevigatum*. В зарубежной литературе устойчивость от сорта Vada обозначили как Vada-resistance (устойчивость) (Skou et al., 1994; Thomsen et al., 1997). Было показано, что Vada-resistance



является расоспецифической (Knudsen, 1986) и моногенной (Thomsen et al., 1997). Ген устойчивости от Vada, впоследствии обозначенный как *Rdg1a*, был картирован на длинном плече хромосомы 2 и сцеплен с геном устойчивости к мучнистой росе *MILa* (от *H. laevigatum*) (Naahr, 1989; Giese et al., 1993; Thomsen et al., 1997).

Другими донорами устойчивости к *P. graminea* являются сорта Proctor, у которого «большой» QTL картирован в области центромеры на хромосоме 1 и обозначен как Proctor-resistance (Pecchioni et al., 1996), и Thibaut, донор гена *Rdg2a*, картированного в области теломеры на хромосоме 1S (7HS).

Поиски новых источников устойчивости наиболее активно проводят в странах Ближнего Востока, а в Европе - в Дании и Италии. В России отсутствуют публикации о генетике признака устойчивости ячменя к *P. graminea*.

Таким образом, представленные материалы свидетельствуют о наличии в структуре вида *P. teres* трех форм гриба, различающихся по симптомам болезни при паразитировании на ячмене: *f. teres*, *f. maculata* и *f. graminea*. Устойчивость ячменя к различным формам *P. teres* детерминирована различными генетическими факторами. Явление генетической дифференциации вида гриба на формы по типам проявления болезни является уникальным в фитопатологии. Между тем наличие специализированных к растению-хозяину форм патогенных грибов известно с давних времен. Способность поражать только определенный вид растения-хозяина характерна для облигатных паразитов, таких как ржавчинные, мучнисто-росяные и головневые грибы. Гембиотрофные патогены, как правило, паразитируют на широком круге растений-хозяев. Примером широко специализированных патогенов зерновых культур являются *S. sativus*, *S. nodorum*, грибы из рода *Fusarium*. Несмотря на то что гриб *P. teres* в условиях искусственного климата поражал 15 родов злаковых из 16 (Broun et al., 1993), только на некоторых видах рода *Hordeum* развивались симптомы, характерные для вредоносного проявления болезни. Типичное поражение сетчатой пятнистостью при инокуляции изолятами, выделенными с *H. vulgare*, наблюдали только на растениях *H. murinum* subsp. *leporinum*, во время как изоляты, собранные с *H.*

*murinum* subsp. *leporinum*, были менее вирулентны к сортам культурного ячменя (Broun et al., 1993). При слабом развитии пятнистостей в коллекции диких ячменей на Майкопской станции ВИР нами были отмечены симптомы типичной сетчатой пятнистости на образцах *H. spontaneum*. Изолировать *P. teres* из пораженных листьев удалось с образцов *H. spontaneum*, *H. transcaspicum* и *H. agriocriton*. Искусственное заражение растений рода *Hordeum* показало восприимчивость (тип реакции 3) видов *H. spontaneum*, *H. lagunculiformes*, *H. nigrum*, *H. bachianum* и *H. transcaspicum*.

В 2007 г. в ходе исследования популяций *P. tritici-repentis* выявились случаи нахождения на пшенице также и другого, ранее не встречавшегося на ней гриба, по морфологии конидий сходного с возбудителем сетчатой пятнистости ячменя *P. teres*. Методом молекулярного генотипирования (RAPD и УП-ПЦР) с последующей оценкой генетического родства была доказана принадлежность выделенных изолятов к виду *P. teres* (Михайлова и др., 2010б).

*P. teres* был найден преимущественно на яровой пшенице на Северо-Западе и в Западной Сибири, но отсутствовал на территории Северного Кавказа. Частота встречаемости *P. teres* среди изолятов рода *Pyrenophora* в 2007 г. составила 29%, в 2009 г. - 60%.

Известно, что *P. teres* продуцирует токсин, схожий (или идентичный) с *Ptr ToxA*, имеющийся у *P. tritici-repentis* и *S. nodorum* (Sarpeleh et al., 2008; Leisova-Svobodova et al., 2010). По ключу идентификации рас, принятому для *P. tritici-repentis* (Lamari et al., 1998), выделенные нами изоляты *P. teres* были отнесены к расам 2 и 4. Раса 2 образует токсин *Ptr ToxA*, индуцирующий образование некротических пятен, и не образует токсины *Ptr ToxB* и *Ptr ToxC*, индуцирующие образование хлорозов. Раса 4 токсинов не образует. Инокуляция листьев проростков конидиями *P. teres* показала, что сорта пшеницы различаются по восприимчивости. На некоторых из них наблюдается выраженное образование некрозов, соответствующее показателям высокой восприимчивости к *P. tritici-repentis* при незначительном проявлении хлорозов. По нашему мнению, полученные сведения могут свидетельствовать о том,

что известный патоген ячменя *P. teres* в настоящее время может быть причислен к новым патогенам пшеницы.

Насколько нам известно, наше сообщение о патогенности *P. teres* для пшеницы - первое в России. Вместе с тем, данный вид был выделен из пшеницы в Канаде (Turkington et al., 2002), Чехии (Leisova-Svobodova et al., 2010), Венгрии (T th et al., 2008).

В 2011 году впервые на территории России в условиях Краснодарского края на сортах озимого ячменя Платон и Циндерелла выявлено вредоносное заболевание - рамуляриоз. В собранных образцах нами определен возбудитель этого заболевания несовершенный гриб *Ramularia collo-cygni* Sutton and Waller. ПЦР-тест со специфическими праймерами, проведенный Н.Хэвисом в Шотландском сельскохозяйственном колледже (Эдинбург), подтвердил наличие возбудителя в пораженных листьях.

Впервые этот паразит был обнаружен в 1893 г. в Италии (Sachs, 2006). Однако, как и в описанных выше случаях с грибами рода *Pyrenophora*, эпифитотийное проявление болезни было отмечено гораздо позже - в середине 1980-х годов. Потери урожая на восприимчивых сортах могут достигать 5 ц/га (Oxley et al., 2006), 10 ц/га и выше (Reitan, Salamati, 2006).

В июне 2011 г. на международной конференции по пятнистостям ячменя, которая проходила в Шотландии в институте имени Джеймса Хаттона (James Hutton Institute, Dundee), специальная секция была посвящена проблеме рамуляриоза ячменя.

Симптомы болезни подробно описаны в нескольких работах (Oxley, Havis, 2004; Reitan, Salamati, 2006; Walters et al., 2008). Первые признаки болезни появляются на нижних листьях ячменя в период кущения в виде мелких точечных некрозов, которые могут быть неправильно идентифицированы как физиологическая пятнистость. Эту пятнистость в англоязычной литературе описывают как «посыпанные перцем» листья (rerper spot). Очень быстро точечные некрозы развиваются в прямоугольные темно-коричневые пятна с более темным центром, размером 2 мм x 0,5 мм, окруженные хлорозом. Более темная середина пятна делает его похожим на букву «Н». Покрытые пятнами нижние листья быстро усыхают, что может быть ошибочно принято за реакцию на абиотический стресс (недостаток элементов питания, мороз, засуха

и т.д.). Инфекция не проявляется на вегетирующем растении до фазы выколашивания. После выколашивания на верхних листьях начинают появляться симптомы пятнистости. Листья, в т.ч. и флаговые, сначала желтеют, а затем очень быстро отмирают.

Некротизация листа начинается, как правило, с вершины, затем листья в течение двух суток отмирают, при этом пятнистость остается заметной и на отмерших листьях. Во влажную погоду отмершие листья приобретают красноватый оттенок. С нижней стороны листа появляется белый налет в виде подушечек конидиального спороношения, расположенных горизонтальными строчками. Конидиеносцы выходят из устьиц пучками от 3 до 15 штук и имеют сильно выраженный изгиб на вершине, на которой образуются до 5 одноклеточных конидий. Наличие изгиба у конидиеносцев, которые по форме напоминают лебединую шею, обусловило название паразита *R. collo-cygni* (лат. collum - шея, cygnus - лебедь) (Sachs, 2006). Пятнистость развивается также на стеблях, колосковых чешуях и даже осях.

Источником первичной инфекции и основной причиной заноса патогена в новые регионы являются инфицированные, но внешне здоровые семена. По-видимому, в Краснодарский край заболевание было занесено с инфицированными семенами сорта Циндерелла из Германии. В то же время в Кореновском районе, где была обнаружена болезнь, эти семена пересевали в течение трех лет. В связи с тем, что семена сорта Платон получены и подготовлены непосредственно в хозяйстве "Кореновское", а болезнь на этом сорте проявилась с такой же интенсивностью, как и на сорте Циндерелла, можно предположить, что этот сорт был заражен в предыдущий вегетационный период. Возможно, в предыдущие годы это заболевание было неправильно идентифицировано как физиологическая пятнистость, что часто происходило и в европейских странах при первом обнаружении болезни (Sachs, 2006).

Кроме зараженных семян источниками первичной инфекции являются растительные остатки и другие злаки - овес, пшеница, рожь и пырей ползучий (Huss, 2004).

После первого проявления на нижних листьях и их усыхания грибок развивается как эндофит, межклеточно, образуя разветвленные гифы, которые колонизируют ткани мезофилла (Sutton, Waller, 1988). В

этой стадии видимые симптомы болезни отсутствуют. Методами ПЦР было показано наличие гриба в листьях за 2-4 недели до появления первых симптомов (Navis et al., 2004). После полного выколашивания на верхних листьях появляются симптомы пятнистости. В этот период гриб начинает продуцировать неспецифические токсины, идентифицированные как рубеллины (A, B, C и D). Показано, что эти токсины могут вызывать симптомы болезни, проявление которых в сильной степени зависит от интенсивности освещения (Heiser, Liebermann, 2006). Основное значение в патогенезе имеет рубеллин D, который активируется только на свету и вызывает быстрое усыхание пораженных листьев. Вследствие этого, максимальное поражение можно наблюдать на верхних листьях растений.

Для вторичной инфекции необходима роса. При благоприятных условиях прорастание конидий и проникновение их в устьица происходит в течение 24 часов (Sutton, Waller, 1988). Конидии распространяются воздушным путем и способны инфицировать все части растения.

Кроме конидиального спороношения в конце вегетации гриб способен формировать на соломе плодовые тела *Asteromella*. Их роль в образовании сумчатой стадии пока не ясна. Филогенетический анализ показал, что сумчатая стадия *R. collo-cygni* с большой долей вероятности относится к роду *Mycosphaerella* (Kaczmarek et al., 2011). В то же время AFLP-анализ структуры 4-х субпопуляций *R. collo-cygni* из Дании и Шотландии показал преобладание клональной фракции, а также высокое сходство популяций и низкие значения генетических расстояний (Hjortsh j et al., 2011).

Основными способами защиты ячменя от рамуляриоза являются возделывание устойчивых сортов и применение фунгицидов. Большинство сортов как озимого, так и ярового ячменя восприимчивы к рамуляриозу. Из изученных нескольких тысяч образцов ячменя высокоустойчивых не было выявлено (Reitan, Salamati, 2006). Авторы считают, что единственной возможностью генетической защиты является использование толерантных сортов. По мнению некоторых авторов, существует генетически детерминированная вариабельность по устойчивости, что является предпосылкой для селекции на устойчивость (Burke et al.,

2001; Cromeys et al., 2002, Greif, 2004; Pinnschmidt, Hovm ller, 2003, 2004; Pinnschmidt et al., 2006). Сорта ярового ячменя Isotta, Cruiser, Power и озимого Lomerit, Nobilia, Chess и Carola могут быть донорами средней устойчивости, сорт озимого ячменя Lonni отличался высокой устойчивостью к патогену (Pinnschmidt et al., 2006). Из возделываемых в Чехии сортов наименее поражаемы 2-рядный среднеранний сорт Breunskyllie, 6-рядный поздний сорт Merlot и 6-рядный среднепоздний сорт Highlight (Marik et al., 2011).

Устойчивость к рамуляриозу обусловлена кумулятивным действием малых генов (Newton, Thomas, 2006). В работе H. Bistrich et al. (2006) показана перспективность поиска сортов, обладающих неспецифической устойчивостью к патогену. Оценивали устойчивость более 2000 сортов и образцов ярового ячменя по площади кривой нарастания болезни. Самой устойчивой за два года исследований оказалась линия IPZ 24727, тогда как сорт *Barke* отличался высокой восприимчивостью. Образцы *SZD 159*, *SZD 160* и *Br 6680d36* имели такие же показатели по площади кривой нарастания болезни, как и линия IPZ 24727. Устойчивым контролем служил сорт Prolog, ни один из изученных генотипов ячменя не превзошел его по уровню устойчивости. Найдены новые источники устойчивости: Chevron, Vairoga Priekuli, Emel Dschemal, Oberthal 7, Alpina, Irba Moda, Karez и Clermoni; перспективными для селекции являются сорта Jacinta и Millena (Bistrich et al., 2006).

Известно, что рецессивный аллель гена *mlo*, контролирующей длительную устойчивость ячменя к *Blumeria graminis*, возбудителю мучнистой росы, имеет нежелательный плейотропный эффект, выражающийся в неинфекционной пятнистости листьев. Имеются сведения, что растения с геном *mlo* более восприимчивы к таким патогенам как *Magnaporthe grisea* (Jarosch et al., 1999) и *S. sativus* (Kumar et al., 2001).

Ряд авторов отметили, что большинство восприимчивых к *R. collo-cygni* яровых ячменей являлись носителями гена *mlo* (Pinnschmidt, Sindberg, 2006; Bistrich et al., 2006), тогда как устойчивые сорта Power, Isotta и Cruiser имели этот ген в другом аллельном состоянии (*Mlo*) (Pinnschmidt, Sindberg, 2006). Противоречивые данные,

полученные J.C. Makepeace и др. (2006), свидетельствуют о том, что почти изогенные линии сортов Ingrid и Pallas с аллелем *ml0* были более устойчивы к *R. secalis* и *R. collo-cygni*, чем их рекуррентные родители. Имеются сведения, что слабое поражение мучнистой росой индуцирует устойчивость и (или) толерантность к рамуляриозу (Reitan, Salamati, 2006).

В связи с особенностями биологии *R. collo-cygni*, в частности эндофитного образа жизни и вредоносного проявления болезни только после выколашивания ячменя, основной проблемой для фитоиммунологов является правильный выбор метода оценки устойчивости в контролируемых условиях. Сравнительная характеристика методов оценки устойчивости к *R. collo-cygni* приведена в работе N. Zamani-Noor и др. (2011). Авторы оценивали на естественном инфекционном фоне растения в стадии 73–75 по площади (%) флаг-листа, занятой некрозом в поле, при инокуляции интактных растений в контролируемых условиях и на сегментах листьев в климатической камере. Растения инокулировали конидиальной суспензией в концентрации  $10^5$  конидий/мл. Значительная корреляция была обнаружена при сравнении результатов заражения в теплице и на отделенных листьях ( $P < 0.0001$ ,  $R_s = 0.68$ ). Значимая корреляция была также найдена при сравнении данных полевых учетов за два года исследований ( $p < 0.0419$ ,  $R_s = 0.42$ ). Высокая корреляция была выявлена между развитием болезни, концентрацией грибной ДНК пораженного флагового листа ( $p < 0.00179$ ,  $R_s = 0.851$ ) и количеством токсина рубеллина в пораженных листьях ( $p < 0.00005$ ,  $R_s = 0.966657$ ). Эти данные свидетельствуют о возможности проведения оценок на устойчивость как в поле, так и в теплице, а также с использованием косвенных методов оценки по концентрации грибной ДНК и токсина рубеллина. При оценке устойчивости необходимо учитывать степень зрелости растений, так как интенсивность проявления пятнистости зависит от фазы развития (Formeyer et al., 2001; Cromey et al., 2004).

В Австрии, Германии и скандинавских странах начала селекция ячменя на устойчивость к рамуляриозу (Sachs, 2006).

Ржавчина хлебных злаков, в т.ч. и стеблевая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, исторически

являлась самым вредоносным заболеванием пшеницы. Потери урожая от ржавчинных болезней при благоприятных для развития паразитов условиях могут достигать 70%. "Зеленая революция", инициатором которой был Нобелевский лауреат Норман Барлаут, привела к значительному увеличению урожайности зерновых культур за счет создания высокопродуктивных сортов. Одной из основных составляющих успеха "Зеленой революции" явилось создание сортов пшеницы, устойчивых к стеблевой ржавчине. Интенсивные исследования, начатые в середине 20 века по поиску эффективных генов устойчивости зерновых культур к ржавчинным болезням, позволили внести в международный каталог около 50 генов устойчивости к стеблевой ржавчине (McIntosh et al., 1998). Чужеродные гены от различных видов пшеницы, а также от пырея и ржи отличались наибольшей эффективностью против существующих рас стеблевой ржавчины. При этом только один из 50 известных, ген *Sr2*, перенесенный от *Triticum dicoccum*, был не расоспецифическим, детерминировал медленное развитие болезни и обеспечивал длительную устойчивость.

Проблему стеблевой ржавчины практически на всех континентах удалось решить путем использования в селекции эффективных генов *Sr24*, *Sr26*, *Sr31* и *Sr38*. Транслокации, несущие эти гены, кроме *Sr26*, содержали также гены, детерминирующие устойчивость к бурой и желтой ржавчине и мучнистой росе. Благодаря успешной генетической защите к середине 90-х годов прошлого века стеблевая ржавчина уже не имела экономического значения.

Раса Ug99 впервые была идентифицирована в Уганде в 1999 г. (Pretorius et al., 2000) и отличалась от известных рас вирулентностью к сортам пшеницы с геном длительной устойчивости *Sr31*, локализованным в пшечно-ржаной транслокации 1BL1RS. Позже по североамериканской номенклатуре ее обозначили как ТТКСК (Wanyera et al., 2006). Транслокация 1BL1RS, первоначально переданная сортам Аврора и Кавказ, позже была широко использована в селекции яровой пшеницы во всем мире. До 70% линий CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center) в 1980–1990 гг. имели эту транслокацию, но к настоящему времени их доля составила только 30% (Singh et al., 2006). Раса Ug99 отличалась вирулентностью не только к сор-

там с геном *Sr31*, но и к иным сортам с неизвестными генами устойчивости, которые были устойчивы к другим расам из природной популяции в США (Jin, Singh, 2006).

Широкое распространение этой расы угрожает развитием пандемии в первую очередь в Северной Африке и на азиатском континенте. В настоящее время она распространилась на территорию Кении (2002), Эфиопии (2003), Йемена (2006), Ирана (2007) (Nazari et al., 2009). Очевидно, что распространению расы Ug99 будут способствовать направление и интенсивность воздушных потоков из Восточной Африки в сезон выращивания пшеницы, наличие широко возделываемых восприимчивых сортов в зоне возможной миграции и благоприятные условия для развития болезни из первичного очага. Имея пример распространения расы желтой ржавчины, вирулентной к сортам пшеницы с геном *Yr9* из Восточной Африки через Аравийский полуостров в Среднюю и Юго-Восточную Азию, можно предположить вероятный путь распространения расы Ug99 (Hodson et al., 2005).

В зоне потенциальной миграции пшеница представляет доминирующую культуру (примерно 19% от мирового производства), население этого региона составляет около миллиарда человек. Эпифитотии стеблевой ржавчины могут привести не только к огромному экономическому ущербу, но и к драматическим социальным последствиям. Известно, что большие площади в Индии и Пакистане заняты всего двумя сортами PBW343 и Inqualab 91, которые восприимчивы к расе Ug99 (Singh et al., 2006).

CIMMYT в кооперации с ICARDA (Международный центр сельскохозяйственных исследований в аридной зоне) и другими национальными институтами разработали стратегию уменьшения риска возможных эпифитотий, которая включает в себя следующие положения:

1 - мониторинг распространения расы Ug99 из Восточной Африки;

2 - скрининг имеющихся и создаваемых сортов пшеницы, а также коллекционных образцов на устойчивость к этой расе;

3 - распространение источников устойчивости для селекции и устойчивых сортов для возделывания в регионах возможного риска;

4 - улучшение высокоурожайных, адаптированных к местным условиям сортов путем рекуррентной селекции с использованием генетически разнообразных доноров

устойчивости ([www.globalrust.org](http://www.globalrust.org)).

Перспективны для использования в селекции следующие гены специфической устойчивости, эффективные против расы Ug99: *SrTmp*, *Sr22*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr28*, *Sr39*. Перспективна и комбинация сцепленных генов *Sr28* и *SrGabo56*, локализованных в хромосоме 2BL (Rouse et al., 2010). Следует отметить, что перечисленные гены устойчивости могут быть неэффективны в отношении известных рас возбудителя стеблевой ржавчины. Расы возбудителя стеблевой ржавчины, вирулентные к сортам с геном *Sr25*, пока не выявлены. Известно, что гены *Sr25* и *Lr19* тесно сцеплены (Singh et al., 2006). Таким образом, сорта пшеницы с геном устойчивости к бурой ржавчине *Lr19* будут устойчивы и к расе Ug99 стеблевой ржавчины.

Устойчивость большинства российских сортов к расе Ug99 до настоящего времени не была известна. Из 35 российских сортов, испытанных в Кении в 2006 г., только один проявил среднюю устойчивость (15-30% развитие болезни), остальные отнесены в группу восприимчивых (Singh et al., 2006). В 2009 г. на инфекционном фоне в Кении было оценено 30 тыс. сортов и линий пшеницы и в Эфиопии - 10 тыс. из 23 стран. К сожалению, сорта и образцы из России в представленном списке (Singh et al., 2010) отсутствовали.

Нами проведена оценка сортов и образцов пшеницы и эгилопсов на устойчивость к расе стеблевой ржавчины Ug99. Возможность для проведения такого исследования в 2010 г. была предоставлена проф. В. Steffenson из Миннесотского университета (США), где созданы условия для работы с данной расой паразита в контролируемых условиях. Материалом исследования послужили 386 сортов и образцов пшеницы и эгилопсов из коллекции ВИР, а также образцы пшеницы коллекции "Арсенал" (МНИИСХ, Немчиновка) (Анисимова и др., 2010).

Из образцов яровой пшеницы только селекционная линия 292 из коллекции ВИЗР была высокоустойчивой (балл 1) к расе Ug99. Среди 95 сортов и образцов озимой пшеницы отобрано 9 устойчивых генотипов (9.47%). Из них наибольшей устойчивостью (балл 0;) отличалась болгарская линия 96/90. Устойчивыми к расе Ug 99 оказались российские сорта Донская Полукарликовая (0; балл), Юбилейная 4, Юбилейная 5, Саратовская 3 (баллы 1-2), а также сорт Рауне из США и сорт Maris Fundin из Англии (тип реакции 2).

Из 60 оцененных межвидовых гибридов озимой пшеницы с *Ae. speltoides* и *S. cereale*, только 2 образца - к-141/97w и к-119/4-06rw (3.33%) были выделены как устойчивые к расе Ug99 (тип реакции 2); из 31 межвидового гибрида яровой пшеницы только образец к-113/00i-4 (сорт Rodina /*Ae. triuncialis*) проявил высокую устойчивость (баллы 0, 1, 2). Из 67 примитивных форм и диких видов пшениц 13 показали высокий тип устойчивости (от 0; до 2 баллов). Из них высокая устойчивость (балл 0) отмечена у образца *T. monocosmum var. vulgare* (к-45806) из Югославии. Из 46 образцов эгилопсов 11 (23.9%) показали тип реакции устойчивости (0, 1 или 2+ балла) к угандийской расе стеблевой ржавчины. Это 4 образца из Азербайджана - *Ae. tauschii* ssp. *strangulata* к-78, к-110, к-114 и к-115, 3 образца из Армении - *Ae. tauschii* ssp. *strangulata* к-525, к-527, *Ae. tauschii* ssp. *tauschii* к-549, 2 образца из Ирана - *Ae. tauschii* ssp. *strangulata* к-3597 и *Ae. tauschii* ssp. *tauschii* к-3599 и один образец *Ae. tauschii* ssp. *tauschii* из России (Дагестан) - к-246. Самый высокий тип устойчивости (баллы 0; 1) к изучаемой расе показал образец *Ae. tauschii* ssp. *tauschii* к-249 из Туркменистана (Анисимова и др., 2010).

Проведенный нами молекулярный скрининг среди сортов из коллекции ВИР и селекционных учреждений России показал, что из 107 изученных сортов 37 (34.6%) были защищены геном *Sr31*, эффективным против местных популяций возбудителя стеблевой ржавчины, но преодоленным

#### Литература

- Андропова А.Е., Бессмельцев В.И. Устойчивость районированных и перспективных сортов озимой пшеницы к пиренофорозу в Краснодарском крае // Материалы Всероссий. научно-практ. совещания «Экологическая безопасность и бесpestицидные технологии получения растениеводческой продукции». Пушкино, 1994, с. 35.
- Анисимова А.В., Мироненко Н.В., Левштанов С.А. Первая находка гриба *Puccinia teres* f. *maculata* в Краснодарском крае // Вестник защиты растений, 2011, 3, с. 53-56.
- Афанасенко О.С. Устойчивость ячменя к гембиотрофным патогенам // В кн: Идентифицированный генофонд растений и селекция, РАСХН, ГНЦ РФ ВИР, СПб, 2005, с. 592-614.
- Афанасенко О.С., Зубкович А.А., Макарова И.Г. Генетический контроль устойчивости образцов ячменя к штаммам *Puccinia teres* Drechs // Генетика, 1999, 35, 3, с. 336-340.
- Бахтеев Ф.Х. Ячмень. М.-Л., 1955, 188 с.
- Бенкен А.А., Гайке М.В., Хашкевич Л.К. Сетчатый гелминтоспориоз ячменя // Труды 5-го Всесоюз. совещ. по иммунитету растений, Киев, 1969, 5 (2), с. 38-42.
- Булат С.А., Мироненко Н.В. ДНК-полиморфизмы фитопатогенных грибов *Puccinia teres* Drechsler. и *Puccinia graminis* Ito and Kurib // Генетика, 1989а, 25, с. 838-850.
- Булат С.А., Мироненко Н.В. ДНК-полиморфизмы фитопатогенного гриба *Puccinia graminis tritici-repentis* (Died.) Drechsler // Генетика, 1989б, 25, с. 2059-2063.
- Булат С.А., Мироненко Н.В. Видовая идентичность фитопатогенных грибов *Puccinia teres* Drechsler. и *Puccinia graminis* Ito and Kurib // Микология и фитопатология, 1990, 24, с. 435-441.
- Булат С.А., Мироненко Н.В. Идентификация грибов и анализ их генетической изменчивости методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с геноспецифичными и неспецифичными праймерами // Генетика, 1996, 32, 2, с. 165-183.
- Гешеле Э. Отношения ячменей к паразитному грибку *Helminthosporium teres* // Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1928, 19, 1, с. 371-384.
- Гранин Е.Ф., Монастырская Э.М., Краева Г.А., Кочубей К. Ю. Пиренофороз озимой пшеницы на Северном Кавказе // Защита растений, 1989, 12, с. 21.
- Жуковский П.М. Критико-систематический обзор видов рода *Aegilops* // Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1928, 18, 1, с. 417-609.
- Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи.

Л., 1971, 750 с.

Коваленко Н.М., Михайлова Л.А., Новожилов К.В. Устойчивость яровой и озимой мягкой пшеницы к возбудителям пятнистостей листьев - *Pyrenophora tritici-repentis* и *P. teres* // Докл. Российской академии СХН, 2011, 4, с. 28-30.

Кремнева О.Ю. Структура популяции возбудителя желтой пятнистости возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы на Северном Кавказе и элементы биологизированной защиты от патогена. Автореф. канд. дисс., Краснодар, 2007, 23 с.

Кремнева О.Ю., Волкова Г.В. Структура популяции *Pyrenophora tritici-repentis* на Северном Кавказе по вирулентности и морфолого-культуральным признакам // Микология и фитопатология, 2007, 41, 4, с. 356-361.

Мироненко Н.В., Афанасенко О.С. Методические особенности генетического анализа признака вирулентности у *Pyrenophora teres* // Микология и фитопатология, 2011, 45, 1, с. 82-91.

Мироненко Н.В., Афанасенко О.С., Филатова О.А., Копаньке Д. Генетический контроль вирулентности возбудителя сетчатой пятнистости ячменя гриба *Pyrenophora teres Drechs* // Генетика, 2005, 45, 12, с. 74-80.

Михайлова Л.А., Коваленко Н.М. Характеристика видов *Triticum* L. и *Aegilops* L. по устойчивости к желтой пятнистости, вызываемой *Pyrenophora tritici-repentis* // Микология и фитопатология, 2006, 40, 3, с. 255-263.

Михайлова Л.А., Гуляева Е.И., Кокорина Н.М. Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis* // Микология и фитопатология, 2002, 36, 1, с. 63-67.

Михайлова Л.А., Тернюк И.Г., Мироненко Н.В. Структура популяций *Pyrenophora tritici-repentis* из европейской части России по признаку вирулентности // Микология и фитопатология, 2007а, 41, 3, с. 269-275.

Михайлова Л.А., Коваленко Н.М., Смурова С.Г., Тернюк И.Г., Митрофанова О.П., Ляпунова О.А., Лоскутова Н.П., Зуев Е.В., Чикида Н.Н., Пюккенен В.П. Устойчивость видов *Triticum* L. и *Aegilops* L. из коллекции ВИР к возбудителям желтой и темно-бурой листовых пятнистостей (каталог). СПб, ВИЗР, 2007б, 60 с.

Михайлова Л.А., Коваленко Н.М. Устойчивость мягкой и твердой пшеницы к возбудителю желтой пятнистости *Pyrenophora tritici-repentis* // Вестник защиты растений, 2009, 1, с. 10-15.

Михайлова Л.А., Тернюк И.Г., Мироненко Н.В. *Pyrenophora teres* - возбудитель пятнистости листьев пшеницы // Микология и фитопатология, 2010а, 44, 1, с. 63-69.

Михайлова Л.А., Тернюк И.Г., Мироненко Н.В. Характеристика популяций *Pyrenophora tritici-repentis* по признаку вирулентности // Микология и фитопатология, 2010б, 44, 3, с. 262-272.

Шестаков С.В. Горизонтальный перенос генов у эукариот // Вестник ВОГиС, 2009, 13, 2, с. 345-354.

Abu Qamar M; Liu Z.H; Faris J.D; Chao S; Edwards M.C; Lai Z; Franckowiak J.D; Friesen T.L. A region of barley chromosome 6H harbors multiple major genes associated with net type net blotch resistance // The theoretical and applied genetics, 2008, 117 (8), p. 1261-1270.

Afanasenko O. Investigations on Populations of *Pyrenophora teres* f. *teres*, the cause of net blotch of barley // J. Russian Phytopathol. Soc., 2001, 2, p. 9-18.

Afanasenko O., Mironenko N., Filatova O., Kopahne D., Kramer I., Ordon F. Genetics of host-pathogen interactions in the *Pyrenophora teres* f. *teres* (net form) - barley (*Hordeum vulgare*) pathosystem // Eur. J. Plant Pathology, 2007, 117, p. 267-280.

Afanasenko O.S., Jalli M., Pinnschmidt H.O., Filatova O., Platz G.L. Development of an international standard set of barley differential genotypes for *Pyrenophora teres* f. *teres* // Plant Pathology, 2009, 58, p. 665-676.

Arabi M.I., Barrault G., Sarrafi A., Albertini L. Variation in the resistance of barley cultivars and in the pathogenicity of *Drechslera teres* f. sp. *maculata* and *D. teres* f. sp. *teres* isolates from France // Plant Pathology, 1992, 41, p. 180-186.

Bakonyi J., Justesen A.F. Genetic Relationship of *Pyrenophora graminea*, *P. teres* f. *maculata* and *P. teres* f. *teres* Assessed by RAPD Analysis // Phytopathol., 2007, 155, 2, p. 76-83.

Berbee M.L., Pirseyedi M., Hubbard S. *Cochliobolus* phylogenetics and origin of known, highly virulent pathogens, inferred from ITS and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase gene sequences // Mycologia, 1999, 91, p. 964-977.

Bistrich H., Breun J., Emmert G., Fleck A., Jaiser H., Kempe H., Lemmens M. Screening for leaf spot resistance - results and impact on practical breeding // Proceedings of 1st European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 83-84.

Brandl F.P., Hoffmann G.M. Differential of physiological races of *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem. pathogen of net blotch of barley // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz., 1991, 98, 1, s. 47-66.

Brown, J.S., Steffenson B.J., Webster R.K. Host range of *Pyrenophora teres* f. *teres* isolates from California // Plant Dis., 1993, 77, 9, p. 942-947.

Bockelman H.E., Sharp E.L., Bjarko M.E. Isolates of *Pyrenophora teres* from Montana and the Mediterranean region that produce spot-type lesions on barley // Plant Dis., 1983, 67, p. 696-697.

Bogacki P., Keiper F.J., Oldach K.H. Genetic structure of South Australian *Pyrenophora teres* populations as revealed by microsatellite analyses // Fungal Biology, 2010, 114, p. 834-841.

Buchannon, K.W., McDonald W.C. Sources of resistance in barley to *Pyrenophora teres* // Canad. Plant Sci., 1965, 45, 2, p. 189-194.

Burke J.I., Hackett R., O'Sullivan E. The barley leaf spot problem - causes and Control // Irish Agriculture and Food Development, Teagasc Crops Research Centre, Oak Park, 2001, [www.teagasc.ie/publications/2001/tillageconference/paper03.htm](http://www.teagasc.ie/publications/2001/tillageconference/paper03.htm).

Cakir M., Gupta S., Platz G.J., Ablett G.A., Loughman R., Emebiri L.C., Poulsen D., Li C.D., Lance R.C.M., Galwey N.W., Jones M.G.K., Appels R. Mapping and validation of the genes for resistance to *Pyrenophora teres* f. *teres* in barley (*Hordeum vulgare* L.) // Aust J Agric Res., 2003, 54, p. 1369-1377.

Campbell G.F., Crous P.W., Lucas J.A. *Pyrenophora teres* f. *maculata*, the cause of *Pyrenophora* leaf spot of barley in South Africa // Mycological Research, 1999, 103, 3, p. 257-367.

Cromey M.C., Harvey I.C., Sheridan J.E., Grbavac N. Occurrence, importance and control of *Ramularia collo-cygni* in New Zealand // Proceedings of the Second International Workshop on Barley Leaf Blights, Syria, Aleppo, ICARDA, April, 2002, 2004, p. 337-342.

Djurle A., Rasmussen M. *Ramularia* leaf spot in barley. A new disease in Sweden? // Proceedings 1<sup>st</sup> European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 45.

Drechsler C. Some graminicolous species of *Helminthosporium* // J. Agric. Res., 1923, 24, p. 641-740.

Formayer, H., Huss H., Eckhardt S., Gerersdorfer T. and Kromp-Kolb H. Die Sprengelkrankheit auf der Gerste: Untersuchung der meteorologischen Ursachen der Krankheit insbesondere der Entwicklung des Pilzes *Ramularia collo-cygni* // Endbericht Forschungsprojekt, 2001, 1223, p. 1-53. <http://www.boku.ac.at>.

Frecha, S.H. Herencia de los factores de resistencia a *Helminthosporium teres* que poseen las variedades de Cebada Rojo, Hoyo Epuyen y *Hordeum spontaneum* // Rev. de Investig.

Agr., 1958, 12, p. 91-95.

Friesen T.L., Stukenbrock E.H., Liu Z., Meinhardt S., Ling H., Faris J.D., Rasmussen J.B., Solomon P.S., McDonald B.A., Oliver R.P. Emergence of a new disease as a result of interspecific virulence gene transfer // *Nature Genetics*, 2006a, 38, p. 953-956.

Friesen T.L., Faris J.D., Lai Z., Steffenson B.J. Identification and chromosomal location of major genes for resistance to *Pyrenophora teres* in a double-haploid barley population // *Genome*, 2006b, 49, p. 855-859.

Friesen T.L., Meinhardt S.W., Faris J.D. The *Staganospora nodorum* - wheat pathosystem involves multiple proteinaceous host-selective toxins and corresponding host sensitivity genes that interact in an inverse gene-for-gene manner // *Plant J.*, 2007, 51, p. 681-692.

Giese H., Jensen A. G., Jensen H. P., Jensen J. Localization of the Laevigatum powdery mildew gene to barley chromosome 2 by use of RFLP-markers // *Theor. Appl. Genet.*, 1993, 85, p. 897-900.

Greif P. Importance of *Ramularia collo-cygni* for barley growers and breeders // Meeting the challenges of barley blights, eds. Yahyaoui, Brader, Wallwork and Steffenson, 2004, p. 331-336.

Grewal T.S., Rossnagel B.G., Pozniak C.J., Scoles G.J. Mapping quantitative trait loci associated with barley net blotch resistance // *Theor Appl Genet.*, 2008, 116, p. 529-539.

Gupta S., Li C., Loughman R., Cakir M., Westcott S., Lance R.C. Identifying genetic complexity of 6H locus in barley conferring resistance to *Pyrenophora teres* f. *teres* // *Plant Breeding*, 2011, 130 (4), p. 423-429.

Haahr V., Skou J.P., Jensen H.P. Inheritance of resistance to barley leaf stripe (*Drechslera graminea*) // *Vort. Pflanzenz.*, 1989, 15, p. 3-15.

Havis N.D., Piper S.R., Oxley S.J.P., Langrell S.R.H. Development of a PCR based identification and detection assay for *Ramularia collo-cygni* direct from barley leaf tissue // Proceedings of the Second International Workshop on Barley Leaf Blights, Syria, Aleppo, ICARDA, April, 2002, 2004, p. 343-350.

Havis N.D., Oxley S.J. P., Piper S.R., Langrell S.R.H. Rapid nested PCR-based detection of *Ramularia collo-cygni* direct from barley // *FEMS Microbiol.*, 2006, 256, p. 217-223.

Heiser I., Liebermann B. Phytotoxins from *Ramularia collo-cygni*: Mode of action and contribution to pathogenicity // Proceedings 1<sup>st</sup> European *Ramularia* Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 57-62.

Hjortshøj R.L., Stukenbrock E.H., Ravnshøj AR., Nyman M., Havis N., Backes G., Orabi J., Pinnschmidt H., Stougaard J. Genetic diversity in *Ramularia collo-cygni* measured by AFLP and sequencing // Abstracts of 4<sup>th</sup> International Workshop on barley leaf blights, Scotland, Dundee, 27-29 June, 2011, 3, p. 18.

Hodson D.P., Singh R.P., Dixon J.M. An initial assessment of the potential impact of stem rust (race Ug99) on wheat producing regions of Africa and Asia using GIS // Abstracts of the 7<sup>th</sup> International Wheat Conference, Argentina, Mar del Plata, 2005, p. 142.

Huss H. The biology of *Ramularia collo-cygni* // Proceedings of the Second International Workshop on Barley Leaf Blights, Syria, Aleppo, ICARDA, April, 2002, 2004, p. 321-328.

Huss H., Mayerhofer H., Wetschnig W. *Ophiocladium hordei* CAV. (Fungi imperfecti), ein für Österreich neuer parasitischer Pilz der Gerste // *Der Pflanzenarzt*, 1987, 40, s. 167-169.

Jarosch, B., Kogel K. H., Schaffrath U. The ambivalence of the barley Mlo locus: Mutations conferring resistance against powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) enhance susceptibility to the rice blast fungus *Magnaporthe grisea* // *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 1999, 12(6), p. 508-514.

Jin Y., Singh R.P. Resistance in US wheat to recent eastern African isolates of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* with virulence to

resistance gene Sr31 // *Journal of Plant Diseases and Protection*, 2006, 90, p. 476-480.

Jorgensen J. Species of *Fusarium* and *Helminthosporium* on seeds of barley grown in Denmark during 1965-1967 // *Acta Agric. Scandinavica*, 1969, 19, p. 2-3.

Jorgensen J.H., Bech C., Jensen J. Reaction of European spring barley varieties to a population of the net blotch fungus // *Plant Breeding*, 2000, 119 (1), p. 43-46.

Ito S., Kuribayashi K. The ascigerous forms of some graminicolous species of *Helminthosporium* in Japan // *J. facul. Agric., Imp. Univ.*, 1931, 29, p. 85-125.

Kaczmarek M., Fontaine J.M., Havis N.D., Lord K.M., Read N.D. An investigation into possibility of sexual reproduction in the filamentous fungus *Ramularia collo-cygni* // Abstracts of 4<sup>th</sup> International Workshop on Barley Leaf Blights, Scotland, Dundee, 27-29 June, 2011, 2b, c. 17.

Kenneth R., Atzmon Y., Khair I. Problems in breeding barley resistant to net blotch disease in Israel // Proc. of the first Israel Congr. of Plant Pathol., 1967, p. 46-47.

Khan T.N., Tekauz A. Occurrence and pathogenicity of *Drechslera teres* isolates causing spot type symptoms on barley in Western Australia // *Plant Dis.*, 1982, 66, p. 423-425.

Khan T.N., Gilmour R., Portmann P.A. Resistance to spot-type net blotch in barley // 9 Austr. Plant Breeding Conference, Wagga, 27<sup>th</sup> June-1<sup>st</sup> July, 1988, p. 79-80.

Kumar J., R. Huckelhoven U., Beckhove S., Nagarajan K., Kogel H. A compromised Mlo pathway affects the response of barley to the necrotrophic fungus *Bipolaris sorokiniana* (teleomorph: *Cochliobolus sativus*) and its toxins // *Phytopathol.*, 2001, 91(2), p. 127-133.

Knudsen J. C. N. Resistance to barley leaf stripe // *Z. Pflanzenz.*, 1986, 96, p. 161-168.

Lamari L., Gilbert J., Tekauz A. Race differentiation in *Pyrenophora tritici-repentis* and survey of physiologic variation in western Canada // *Can. J. Plant Pathol.*, 1998, 20, p. 396-400.

Lamari L., McCallum B.D., DePauw R.M. Forensic pathology of Canadian bread wheat: The case of tan spot // *Phytopathol.*, 2005, 95, 2, p. 144-152.

Leisova L., Kucera L., Minarikova V., Ovesna J. AFLP-based PCR markers that differentiate spot and net forms of *Pyrenophora teres* // *Plant Pathology*, 2005, 54, p. 66-73.

Leisova-Svobodova L., Hanzalova A., Kucera L. Expansion and variability of the Ptr ToxA gene in populations of *Pyrenophora tritici-repentis* and *Pyrenophora teres* // *Plant Pathology*, 2010, 92, 3, p. 729-735.

Liu Z., Ellwood S.R., Oliver R.P., Friesen T.L. *Pyrenophora teres*: profile of an increasingly damaging barley pathogen // *Molecular Plant Pathology*, 2011, 12, p. 1-19.

Louw J.P.J., Victor D., Crous P.W., Holz G., Janse B.J.H. Characterization of *Pyrenophora* isolates associated with spot and net type lesions on barley in South Africa // *Phytopathol.*, 1995, 143, p. 129-134.

Makepeace J.C., Brown J.K.M., Oxley S., Burke J.I. Does the mlo resistance gene increase the susceptibility of spring barley to spotting diseases? // Proceedings of 1<sup>st</sup> European *Ramularia* Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 95.

Manninen O.M., Jalli M., Kalendar R., Schulman A., Afanasenko O., Robinson J. Mapping of major spot-type and net-type net blotch resistance genes in the Ethiopian barley line CI 9819 // *Genome*, 2006, 49(12), p. 1564-1571.

Marik P., Matusinsky P., Stemberkova L., Hanusova M. Variation in response of winter barley cultivars to *Ramularia* leaf spot // Abstracts of 4<sup>th</sup> International Workshop on barley leaf blights, Scotland, Dundee, 27-29 June, 2011, 5, p. 19.

McIntosh R.A., Hart G.E., Devos K.M., Gale M.D., Rogers



W.J. Catalogue of gene symbols for wheat. In: Sinkard A. E. editor // Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Wheat Genetics Symposium, Canada, Saskatoon, 2-7 August, 1998, 5, p. 1-235.

McLean M., Howlett B.J., Holloway G. Spot form net blotch, caused by *Pyrenophora teres* f. *maculata*, is the most prevalent foliar disease of barley in Victoria, Australia // Australian Plant Pathology Society, 2010, 39, p. 46-49.

Minarikova V., Marik P., Stemberkova L. Occurrence of a new fungal pathogen on barley, *Ramularia collo-cygni*, in the Czech Republic // Proceedings of the Second International Workshop on Barley Leaf Blights, Syria, Aleppo, ICARDA, April, 2002, 2004, p. 360-364. [http://www.icarda.org/Publications/Price\\_List/book3.html](http://www.icarda.org/Publications/Price_List/book3.html).

Mironenko N., Timopheeva E., Mikhailova L., Kopahnke D., Kramer I., Ordon F. Intraspecific genetic diversity of *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (Drechslera tritici-repentis [Died.] Shoem.) detected by random amplified polymorphic DNA assays // Archives of Phytopathol. and Plant Protection, 2007, 40, 6, p. 431-440.

Mode C.Y., Schaller C.W. Two additional factors for host resistance to net blotch in barley // J. Agricult., 1958, 50, p. 15-18.

Nazari K., Mafi M., Yahyaoui M., Singh R.P., Park R.P. Detection of stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) race TTKSK (Ug99) in Iran // Plant Dis., 2009, 93, 3, p. 317.

Newton A.C., Thomas W.T.B. Genetics of spots and blotches in spring barley // Proceedings of 1st European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 99.

Oxley S.J.P., Havis N.D. The development of *Ramularia collo-cygni* on spring barley and its impact on yield // The Dundee Conference Crop Protection in Northern Britain, 2004, p. 147-152.

Oxley S.J.P., Havis N., Hunter T., Hackett R. Impact of fungicides and varietal resistance on *Ramularia collo-cygni* in spring barley // Proceedings 1<sup>st</sup> European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 103-112.

Oxley S., Havis N., Evans A., Waterhouse S., Tonguc L. A guide to the recognition and understanding of *Ramularia* and other leaf spots of barley // SAC & BASF publication funding, 2011, 57 p.

Pecchioni N., Faccioli N.P., Toubia-Rahme H., Vale G., Terzi V. Quantitative resistance to leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) is dominated by one major locus // Theor. Appl. Gen., 1996, 93, p. 97-101.

Pinnschmidt H.O., Hovmoller M.S. *Ramularia*, a new disease of barley - a review of present knowledge // DJF Rep., 2004, 89, p. 313-321.

Pinnschmidt H.O., Sindberg S.A. Expression of resistance of barley varieties to *Ramularia* leaf spot and the status of the disease in Denmark // Proceedings of 1st European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 85-93.

Pinnschmidt H.O., Sindberg S.A., Willas J. Expression of *Ramularia* leaf spot resistance in barley cultivars and its relation to resistance against other diseases // Proceedings of the Third International Workshop on Barley Leaf Blights, Canada, Edmonton, July, 2006, (Turkington T. K., Orr D., Xi K., eds), p. 141-145.

Pretorius Z.A., Singh R.P., Wagaire W.W., Payne T.S. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda // Proceedings of the Second International Workshop on Barley Leaf Blights, Syria, Aleppo, ICARDA, April, 2002, 2004, p. 343-350.

Rau D., Attene G., Brown A., Nanni L., Maier F., Balmas V., Saba E., Schafer W., Papa R. Phylogeny and evolution of mating-type genes from *Pyrenophora teres*, the causal agent of barley "net blotch" disease // Curr Genet., 2007, 51, p. 377-392.

Rees R.G., Platz G.J. Sources of resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in bread wheats // Euphytica, 1990, 45, p. 59-69.

Reitan L., Salamati S. Field screening in Norway for resistance to *Ramularia collo-cygni* in old and new barley material // Proceedings 1st European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 73-82.

Riede C.R., Francl L.J., Anderson J.A., Jordahl J.G., Meinhardt S.W. Additional sources of resistance to tan spot of wheat // Crop Sci., 1996, 37, p. 771-777.

Rouse M.N., Chao S., Anderson J.A., Jin Y. Mapping of two linked TTKSK stem rust resistance genes on chromosome ARM 2BL in hexaploid wheat // Abstracts of BGRI Technical Workshop, Russia, St. Petersburg, May 30-31, 2010, p. 38.

Sachs E. Das Auftreten der *Ramularia* - Blattfleckenkrankheit an Gerste in Bayern 1999, verursacht durch *Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller // Nachrichtenbl Dt Pflanzenschutzd, 1999, 52, p. 160-163.

Sachs E. The history of research into *Ramularia* leaf spot on barley // Proceedings 1st European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 9-15.

Salamati S., Reitan L. *Ramularia collo-cygni* on spring barley, an overview of its biology and epidemiology // Proceedings 1st European Ramularia Workshop, Germany, Göttingen, March, 2006, p. 19-35.

Šárová J. Wheat leaf spot disease *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs // Summary of Ph. D. Thesis. Prague, 2004, p. 15.

Sarpeleh A., Wallwork H., Catcheside DET AL., Tate M.E., Able A.J. Proteinaceous Metabolites from *Pyrenophora teres* Contribute to Symptom Development of Barley Net Blotch // Phytopathol., 2007, 97, 8, p. 907-915.

Serenius M., Mironenko N., Manninen O. Genetic variation, occurrence of mating types and different forms of *Pyrenophora teres* causing net blotch of barley in Finland // Mycol. Res., 2005, 109 (7), p. 809-817.

Shipton, W.A. Effect of net blotch infection of barley on grain yield and quality // Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 1966, 6, 23, p. 437-440.

Singh R.P., Hodson D.P., Jin Y., Huerta-Espino J., Kinyua M.G., Wanyera R., Njau P., Ward R.W. Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen // CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary, Science, Nutrition and Natural Resources, 2006, 1, 054, p. 1-13.

Singh D., Njau P., Irma B. Achievements of stem rust screening facilities in East Africa // Abstracts of BGRI Technical Workshop, Russia, St. Petersburg, May 30-31, 2010, p. 9.

Skou J.P., Nielsen B.J., Haahr V. Evaluation and importance of genetic resistance to leaf stripe in Western European barleys // Acta Agric. Scand. Sect. B. Soil and Plant Sci., 1994, 44, p. 98-106.

Smedegaard-Petersen V. Pathogenesis and genetics of net-spot blotch and leaf stripe of barley caused by *Pyrenophora teres* and *Pyrenophora graminea*. Copenhagen, 1976, 176 p.

Smedegaard-Petersen V. Inheritance of genetic factors for symptoms and pathogenicity in hybrid of *Pyrenophora teres* and *Pyrenophora graminea* // Phytopathol., 1977, 89, p. 193-202.

Smedegaard-Petersen V. Cross fertility and genetic relationship between *Pyrenophora teres* and *P. graminea*. The causes of net blotch and leaf stripe of barley // Seed Sci. & Technol., 1983, 11, p. 673-680.

Smiljakovic H., Kostic H. Ispitivanje otpornosti nekih sorti jeoma prema *H. teres* Sacc. i *H. sativum* Pam., King et Bakke // Zastita bilja, 1967, 93, p. 125-131.

Sutton B., Waller J. Taxonomy of *Ophiocladium hordei* causing leaf lesions on Triticale and other Gramineae // Trans. Brit. Micol. Soc., 1988, 90, p. 145-155.

Sutton B., Waller J. Taxonomy of *Ophiocladium hordei* causing leaf lesions on Triticale and other Gramineae // Trans. Brit. Micol.

Soc., 1988, 90, p. 145-155.

Taylor E.J.A., Konstantinova P., Leigh F., Bates J.A., Lee D. Gypsy-like retrotransposons in *Pyrenophora*: an abundant and informative class of molecular markers // *Genome*, 2004, 47, p. 519-525.

Tekauz A. Characterization and distribution of pathogenic variation in *Pyrenophora teres f. teres* and *P. teres f. maculata* from western Canada // *Canad. J. Plant Pathol.*, 1990, 12, p. 141-148.

Thomsen S.B., Jensen H.P., Jensen J., Skou J.P., Jorgensen J.H. Localization of a resistance gene and identification of sources of resistance to barley leaf stripe // *Plant Breed.*, 1997, 116, p. 455-459.

Tóth B., CsószM., Kopahnke D., Varga J. First report on *Pyrenophora teres* causing lesions of wheat leaves in Hungary // *Plant Pathol.*, 2008, 57, 2, p. 385.

Turkington T.K., Clear R.M., Burnett P.A., Patrick S.K., Orr D.D., Xi K. Fungal plant pathogens infecting barley and wheat seed from Alberta, 1995-1997 // *Can. J. Plant Pathol.*, 2002, 24, p 302-308.

Tuohy J.M., Jalli M., Cooke B.M., Sullivan E.O. Pathogenic variation in populations *Drechslera teres f. teres* and *D. teres f. maculata* and differences in host cultivar responses // *European Journal of Plant Pathology*, 2006, 116(3), p. 177-185.

Van den Berg C.G.J., Rossmagel B.G. Epidemiology of spot-type net blotch on spring barley in Saskatchewan // *Phytopathol.*, 1991, 81, p. 1446-1452.

Walters D.R., Havis N.D., Oxley J.P. *Ramularia collo-cygni*: the biology of an emerging pathogen of barley // *FEMS Microbiol. Lett.*, 2008, 279, p. 1-7.

Wanyera R., Kinyua M.G., Jin Y., Singh R.P. The spread of

stem rust caused by *Puccinia graminis f. sp. tritici*, with virulence Sr31 in wheat in Eastern Africa // *Plant Diseases*, 2006, 90, p. 113.

Williams K.J., Lichon A., Gianquitto P., Kretschmer M., Karakousis A, Manning S., Langridge P., Wallwork H. Identification and mapping of gene conferring resistance to the spot form of net blotch (*Pyrenophora teres f. maculata*) in barley // *Theor. Appl Genet.*, 1999, 99, p. 323-327.

Williams K.J., Smyl C., Lichon A., Wong K.Y., Wallwork H. Development and use of an assay based on the polymerase chain reaction that differentiates the pathogen causing spot form and net form of net blotch of barley // *Australian Plant Pathology*, 2001, 30, p. 37-40.

Williams K.J., Platz G.J., Barr A.R., Cheong J., Willmore K., Cakir M., Wallwork H. A comparison of the genetics of seedling and adult plant resistance to the spot form of net blotch (*Pyrenophora teres f. maculata*) // *Aust J. Agric Res.*, 2003, 54, p. 1387-1394.

Zamani-Noor N., Koopmann B., von Tiedemann A. Comparison of screening methods for resistance of spring barley cultivars to *Ramularia leaf spot disease* // *Abstracts of 4th International Workshop on barley leaf blights, Scotland, Dundee, 27-29 June, 2011*, p. 14.

Zhang G., Berbee M.L. *Pyrenophora* phylogenetics inferred from ITS and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase gene sequences // *Mycologia*, 2001, 93, p. 1048-1063.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 11-04-00877.

## NEW AND POTENTIAL DANGEROUS DISEASES OF CEREAL CROPS IN RUSSIA

O.S.Afanasenko, L.A.Mikhailova, N.V.Mironenko, A.V.Anisimova, N.M.Kovalenko, O.A.Baranova, K.V.Novozhilov

Results of world experience and researches of authors on distribution, harmfulness, diagnostics, biology of populations of activators *Pyrenophora tritici-repentis*, *P. teres f. teres*, *P. teres f. maculata*, *Ramularia collo-cygni*, race Ug99 of *Puccinia graminis* are generalized. Known and new to Russia diseases of wheat and barley are studied. Possibilities of invasion of race Ug99 of *Puccinia graminis* to the south of the European part of Russia and its genetic control are discussed.

**Keywords:** diseases of barley and wheat, *P. tritici-repentis*, *P. teres f. teres*, *P. teres f. maculata*, *Ramularia collo-cygni*, race Ug99 *Puccinia graminis*.

O.S.Afanasenko, чл.-корр. РАСХН, olga.afanasenko@gmail.com

Л.А.Михайлова, д.б.н., mikhailoval@mail.ru,

Н.В.Мироненко, д.б.н., nina2601mir@mail.ru.

А.В.Анисимова, к.б.н., annaanis@mail.ru,

Н.М.Коваленко, к.б.н., nadyakov@mail.ru

О.А.Баранова, к.б.н., baranova\_oa@mail.ru,

К.В.Новожилов, академик РАСХН, vizrspb@mail333.com

УДК 632:048.35+633/635

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

### **2. АГРОБИОЭКОСИСТЕМНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР**

**А.Ф.Зубков**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Теоретические положения агробиоценологии 1995-2005 гг., основанные на концепции организационно-пространственной структуры полевого биогеоценоза (целостной агроэкосистемы) как образовании не на одном поле (агроценозе), а на территории как минимум полевого севооборота (Зубков, 1970,2005) восполнены структурой функциональной организации агробиогеоценоза - концепцией саморегуляции в нем биоценологических процессов (Зубков, 2007а, 2007б), протекающих на структурном уровне агроценоконсорций (элементарных экосистемных единиц).

Агроэкосистема рассматрена с позиций агробиоценологии и агроэкоэкологии и предложено более высокое по экосистемному рангу классификационное понятие "агроэкоэкосистема" как составная единица фации агроландшафта - полевого выдела сельского ландшафта. Агроэкоэкологический методологический уровень рассматривается как креативный подход к изучению полевых земель и модернизации защиты растений и систем земледелия.

Ключевые слова: агроэкоэкосистема, агробиоценология, агроэкоэкология, фация агроландшафта, агробиогеоценоз, целостная агроэкосистема, биоценологические процессы, функциональная структура, агроценоконсорция.

В предыдущей статье этого цикла работ по методологии модернизации защиты растений (Зубков, 2011а) были рассмотрены концептуальные положения защиты растений на базе современных исследований агроэкологического направления. Приведен обзор организационных и методологических аспектов агроэкологических исследований фитосанитарного, агротехнического, агрофитозоологического характера, с которыми связана модернизация защиты растений от полевых вредных организмов в составе адаптивно-ландшафтных систем растениеводства.

Адаптивное растениеводство утвердилось как идеологическая модель интенсификации сельского хозяйства по пути "устойчивого развития" (Жученко, 2008, т.1, 2009, т.2 и т.3), а в интегрированной защите растений завершился цикл поисков и сформировалась эколого-биоценологическая концепция защиты растений и на этой основе новая стратегия - конструирование экологически устойчивых агроэкосистем с задачей фитосанитарной оптимизации агробиоценозов (Новожилов и др., 1993; Павлюшин, 2011) и растениеводства в целом (Новожилов, 1997).

Адаптивные подходы в интегрированной системе защиты растений, ориентирующие интенсификационные процессы на ресурсо-

энергосбережение и природоохрану, предполагают резкое сокращение применения пестицидов на основе повышения роли механизмов и структур саморегуляции в агроценозах и агроландшафтах (Жученко, 1993). В свою очередь стратегия применения химических средств защиты растений ориентируется на максимальное использование селективно действующих препаратов, в т.ч. небииоцидной природы, своевременность проведения мероприятий, их экологическую и санитарно-гигиеническую безопасность при регулярном экотоксикологического мониторинге (Долженко и др., 2011).

Во исполнение методологических предпосылок модернизации защиты растений необходимо продолжить анализ других, кроме агроэкологического, направлений исследований полевых сельскохозяйственных угодий. Тем более, что при рассмотрении итогов агрофитоценологического подхода к изучению агроэкосистем на примере уфимской агрогеоботанической школы не выявлено креативных предложений для защиты растений, впрочем как и для модернизации полеводства в целом, поскольку все свелось к рекомендациям ведения устойчивого экстенсивного сельского хозяйства на основе традиционных воззрений русских агрономов XIX века.

## СТАНОВЛЕНИЕ АГРОБИОЦЕНОЛОГИИ

В ВИЗР развито агробиоценологическое направление исследований структурных единиц пахотных земель - агроэкосистем. Изучение полевых комплексов вредных и полезных насекомых началось в середине 1930-х годов в благоприятных условиях мощного развития в ВИЗР микологии, фитопатологии, сельскохозяйственной энтомологии (полевая фауна и флора, описание биологии видов, распространение, районирование, мониторинг и прогноз динамики численности вредоносных объектов).

Были изданы первые учебники по вредителям В.Н.Щеголевым, А.В.Знаменским и Г.Я.Бей-Биенко (1934) и болезням культурных растений А.А.Ячевским ("Основы микологии", 1933), Н.А.Наумовым (1926, 1937). В 1931 г. издавался журнал "Экология и биоценология", который сменили сборники "Вопросы экологии и биоценологии" (1934-1939).

В состав ВИЗР при его образовании вошла лаборатория микологии и фитопатологии А.А.Ячевского с его научной школой, сыгравшей ключевую роль в образовании в институте отдела фитопатологии. В отделе работали многие выдающиеся ученые. Они продолжили развитие школы микологии и фитопатологии ВИЗР (Новожилов, Павлюшин, 2010).

Это были пионерные работы на новом в те времена агроэкологическом уровне исследований: "специализация видов ржавчины; их экология, вредоносность, районирование, устойчивость". Часть результатов работы Н.А.Наумов опубликовал до войны,

а часть вошла в учебник по фитопатологии в новый раздел "Экология, динамика и прогноз заболеваний", который ставит себе целью выявлять закономерности развития и распространения болезней растений в зависимости от условий окружающей среды" (1952, с.13). В послевоенные годы исследования в ВИЗР фитопатогенов продолжились во всех направлениях - от "популяционно-генетических и экологических проблем" до иммунологических со скринингом на молекулярном уровне.

К.М.Степанов разрабатываемый им фитосанитарный мониторинг и прогноз развития болезней закончил основополагающим исследованием по теории эпифитотий болезней растений. В 1962 г. он опубликовал крупную монографию "Грибные эпифитотии (введение в общую эпифитотиологию грибных болезней растений)" и стал родоначальником сформированной им во ВНИИФ, куда перешел работать в 1958 г., крупной научной школы по эпифитотиологии болезней растений (Новожилов, Павлюшин, 2010), которая плодотворно развивается в эпифитотиологическом отделе этого института.\*

В начальные годы работы ВИЗР важное значение уделялось разработке проблем биологического метода в садах, получивших широкую известность в результате успешного применения интродуцированных в нашу страну паразитов и хищников кровяной тли, начала формироваться научная школа по этому направлению исследований (Мейер, 1937).

\*К.М.Степанов не вышел из фитопатологии, а эпифитотиологию рассматривал как раздел массового развития болезней. Последний свой доклад, сделанный на конференции, состоявшейся 1-3 апреля 1981 г. во ВНИИФ, он посвятил проблемам прогноза развития болезней, призвав развивать "в дальнейшем при проведении общеэпифитотиологических исследований, главным образом, многолетнего повременного прогноза" с участием иммунологов, биохимиков и с учетом прогноза утраты сортами устойчивости (Степанов, 2008, с.26). При жизни делал это не раз.

Его призывы нашли горячий отклик В.А.Парнес. На правах друга семьи И.Г.Бейлина (1883-1965), видного отечественного фитопатолога-эволюциониста, специалиста в области паразитизма у цветковых растений, она взяла на себя труд его библиографа и издала замечательные книги о нем и его трудах (1983, 1986). Будучи доктором медицинских наук, она хорошо разобралась в эпифитотиологии Степанова, включая эпифитотический процесс как аналога эпидемического процесса В.Д.Белякова (1983), и существенно способствовала распространению учения К.М.Степанова. Его работы, включая 1962 г., в списке использованной литературы ею указаны.

В.А.Парнес продолжительное время работала в должности ст. н. с. в Институте экспериментальной медицины АМН СССР и ушла из жизни в возрасте 92 лет в 2010 г. в Канаде, где участвовала как основатель и президент в работе Движения «Канадские друзья Рауля Валленберга за гуманизм». Доктор Вера Парнес вошла в историю и останется в памяти всех, кто знал ее, как отважную женщину, гуманиста, общественно-го деятеля, отзывчивого и доброго товарища <http://newspaper.unitedcommunityvoice.com/index.php?newsid=267>.

"В 1935-1937 гг. Г.Я.Бей-Биенко и Т.Г.Григорьева во время организованных ВИЗР экспедиций в районы освоения новых земель в Оренбургской области и Заволжье первыми установили, что распашка новых земель приводит к глубоким изменениям в структуре фауны. С одной стороны, происходит гибель основной части видов насекомых и обеднение фауны, а с другой - появляются сверхоптимальные условия для размножения отдельных видов. Эти работы способствовали развитию исследований в сфере агробиоценологии (Бей-Биенко, 1936)." Тем самым были заложены основы развития отечественной агробиоценологии (Новожилов, Павлюшин, 2010).

После перехода Г.Я.Бей-Биенко в ЗИН Т.Г.Григорьева продолжила агробиоценологические исследования, сформировав вскоре после войны лабораторию с целью исследований пшеничных агробиоценозов в условиях масштабной распашки целинных и залежных земель в 1950-е гг. в степях Заволжья, Южного Зауралья России и Казахстана и организации защиты растений в годы массового размножения на новых землях серой зерновой совки (Григорьева, 1965). "Было показано, что энтомоценоз посевов пшеницы формируется за счет представителей местной фауны, способных адаптироваться к новым условиям (Т.Г.Григорьева, В.Н.Буров, С.Г.Бобинская, В.И.Танский, Т.Н.Жаворонкова, И.П.Заева и др.). Эти исследования дали новый мощный стимул для развития научной школы. Значительный вклад внесен проф. В.И.Танским в разработку агробиоценологического подхода при решении проблемы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов (Танский и др., 1999). В дальнейшем А.Ф.Зубкову (1995, 2000, 2005а) удалось разработать новый раздел защиты растений - агробиоценологическая фитосанитарная диагностика, который целенаправленно им и представителями его научной школы - А.Б.Лаптиев, А.М.Шпанев, С.В.Голубев и др., успешно развивается в настоящее время. Предложена оценка комплексной вредности насекомых, фитопатогенов и сорняков в агроценозах пшеницы и других культур агроландшафта Каменной Степи (Юго-Восток ЦЧЗ)" (Павлюшин, 2009; Новожилов, Павлюшин, 2010, с.12).

Агробиоценологические исследования ведутся в институте более 75 лет. Юбилей-

ной дате посвящены относительно полные обзоры результатов изучения полевых биоценозов (Зубков, 2005 б,в,г,д) по основным направлениям исследований:

- развитие науки агробиоценологии как методологической основы защиты растений, формирование целостных агроэкосистем (типа полевых севооборотов) и поиск путей фитосанитарной их модификации и модернизации;

- выявление и оценка биоценологических связей между компонентами агробиоценоза: влияния комплекса вредных насекомых, фитопатогенов и сорняков на формирование урожая сельскохозяйственных культур, роли полевых энтомофагов в динамике численности фитофагов, моделирования биоценологических процессов.

Экосистемный статус агробиоценозов и агроэкосистем в настоящее время представлен видовой, пространственной, временной и функциональной структурами. Прикладные выходы имеют место не только в защиту растений, но и в земледелие и полеводство. Они в определенной мере отражены А.А.Жученко в теории адаптивного растениеводства при рассмотрении путей биологизации интенсификационных процессов, более эффективного управления "адаптивными реакциями основных биотических компонентов агробиоценозов и агроландшафтов с целью обеспечения их высокой продуктивности, экологической устойчивости" (2009, т.2, с.28).

Новизна результатов агробиоценологических исследований последнего десятилетия заключается прежде всего в том, что впервые дано полное описание видовой структуры крупного полевого выдела агроландшафта в Каменной степи на примере экспериментального агроэкологического стационара НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева, типичного для условий Ю-В Центрального Черноземья. Изданы монографии А.М.Шпанева и С.В.Голубева по биоценозам проса (2005), озимых зерновых культур (2008), гороха (2009), фауне пауков (2006) Ю-В ЦЧП. На этом материале проведена и оценена вредоносность выявленных видов местной сеgetальной растительности, вредителей и фитопатогенов как в отношении культурных, так и сорно-полевых растений (Жуков, 2004; Шпанев, 2005; Зубков и др., 2005; Шпанев, Голубев, 2006, 2008, 2009, 2010).

Описаны также агробиоценозы посевов Северо-Запада Нечерноземной зоны на

Меньковском агроэкологическом стационаре АФИ и садов в крупном садоводческом массиве "Восход" Приладужской зоны (О.Г.Гусева, Т.Н.Жаворонкова, С.Г.Удалов, Н.Л.Жарина, Е.О.Вяземская), а также при-

фермского севооборота в урочище "Ратовичи" в пойме р. Оять (Субикина, Никитин, 2006), сукцессия ценозов в полосе аварийного отчуждения земель Чернобыльской АЭС (Хохлов и др., 2011).

### Методология агробиоценологии

Становление агробиоценологии как науки имеет одну особенность - оно произошло в короткий период времени. В 1936 г. были опубликованы краткие отчеты о результатах работы немногочисленной экспедиции ВИЗР по изучению полевых биоценозов Оренбургской степи (Бей-Биенко, Григорьева, Четыркина, Григорьева, Игошина, Кирьянова, Жервич). Термин "биоценоз" в 1930-е годы уже можно было встретить в работах сотрудников ВИЗР. Но только Г.Я.Бей-Биенко (1936) первым выделил полевую биоценоз как самостоятельную экологическую объект-систему, развивающуюся на поле в течение сезона, подлежащую целостному изучению. Позже он назвал его "агробιοценозом" или кратко "агроценозом", единожды применив определение "искусственный", в дальнейшем использовал только термин "культурный агробιοценоз". Начать исследование нельзя было отнести ни к одному направлению или разделу какой-либо существующей сельскохозяйственной дисциплины. Да и в "Экологии" надо было еще поискать достойное место для агробιοценологии, поскольку, хотя сухопутные биоценозы уже изучались, но биоценология сама только развивалась, не охватывая сообщества организмов на полях. Понятие "экосистема" (Tansley, 1935 г.) стало использоваться в нашей стране значительно позднее. Термин "агробιοценоз" уже содержал префикс "агро", что по определению подчеркивало в нем связь живых компонентов с почвой. До становления же биогеоценологии (Сукачев, 1942), экспериментальным разделом которой позже назовут агробιοценологию (Гиляров, 1980а), оставалось еще шесть лет. Сам Г.Я.Бей-Биенко считал, что "*биоценологическое изучение посевов и посадок растений возникло как особое направление в экологии животных*" (1961, с.764).

Значение этих приоритетных работ в том, что они положили начало новой сельскохозяйственной науке - агробιοценологии, объектом изучения которой стал ранее не выделяемый в качестве природного объекта полевой биоценоз. В настоящее время агроценология представляется как важное направление защиты растений и биогеоценологии (Гиляров, 1980). Ее определение вошло в научные словари. Агробιοценология признана теоретической основой интегрированной защиты растений (Павлюшин, 1999). Агробιοценологию правомерно рассматривать как экспериментальный раздел общей биогеоценологии, использующий методологию Ю.Одума (1986) (Зубков, 1995).

Все что сказано об агробιοценозах в 1930-х гг. и позднее относится к однополюному агроценозу, который по самоорганизации уступает диким биоценозам. У него ниже и саморегуляция, и видоразнообразие, и привязанность к территории, что воспринималось как существенное отличие от природных биогеоценозов и недостойно изучения (сколько стрел и ядер выпущено по поводу его ущербности

и "искусственности"!)). Спустя три десятка лет было отмечено, что все черты природных биоценозов наблюдаются у агробιοценоза, слагающегося не на одном поле-агроценозе, а на большей территории - как минимум, полевого севооборота (Зубков, 1968,1970). Затем это было концептуально показано по сходству трофоструктур и общности энтомофагов агроценозов культур полевого севооборота (Зубков, 1995,2000), а также общности раститель-сегеталов и членистоногих внутри полевой фации агроландшафта (Шпанев, 2010).

Природа на Земле саморазвивается в двух формах - видовой и экосистемной (Зубков, 1992), что вытекает из дефиниции В.И.Вернадского (1928,1931, с.648): на Земле должны были сразу появиться и первичные особи разных видов, и биоценозы. В ноосфере Вернадского центральное место отводится общественной форме развития жизни человека разумного, который, поняв устройство природы, модифицирует часть доступной ему биосферы под свои потребности в пище, жилище, отдыхе, туризме, творчестве и т.д. при бережном отношении к природе, сохранит ее для отдаленного будущего в надежде продлить тем самым и свое существование на планете. У человека еще есть толика времени, чтобы не сгубить пахотные земли окончательно, сохранить агробιοценозы разумной антропогенной деятельностью. Определенные надежды в этом отношении имеются.

Постиндустриальное общество меняет свое отношение к природе, применительно к полеводству - не борьба с вредными организмами, а защита от них культурных растений, и еще уважительнее - сохранение генофонда и биоразнообразия агроландшафта, фитосанитарное оздоровление посевов. Ставятся задачи сдерживания химического и биологического загрязнения агроэкосистем.

Однако, хотя объем научного знания о сельской природе прирастает постоянно, его пока явно не хватает для решения глобальной задачи накормить все возрастающее население планеты в сложных условиях перестройки мировой экономики индустриального общества в постиндустриальный социум. "Загнать" трактора с плугом на поля оказалось посильнее, чем убрать их оттуда и сохранить почву путем щадящей ее обработки.

Ситуацию усложняет некорректность поставленных управленческих задач самой природе биоценозов. Агробιοценоз, как один из них, самоорганизуется и саморегулируется в условиях крестьянской деятельности (добавочного антропогенного фактора), не считаясь с интересами человека. Последнему стоит немало усилий, чтобы модифицировать агроценозы с целью получения полезной для себя продукции. Говорить о стабильном агробιοценозе неправильно, поскольку он устойчив, но не стабилен по определению, ибо зависим от многих

природных факторов, неподвластных человеку, определяющих численность полевых популяций разных видов. Эти факторы держат агробиоценоз в динамическом состоянии, а устойчивостью он обязан общему круговороту биокосного вещества и миграционным потокам биокомпонентов в агробиогеоценозе (целостной агроэкосистеме), то есть следует, как принято теперь говорить, общим закономерностям функционирования экосистем. Функциональная структура последних плохо понята до сего времени, а частые ссылки на некие "механизмы саморегуляции биоценозов" не добавляют сути.

На основе методологии организационно-пространственной и функциональной структур агроэкосистемы были составлены численные модели

### **Организационно-пространственная и функциональная структуры агроэкосистемы**

В 1995-2006 гг. в ВИЗР сложились теоретические положения агробиоценологии, основанные на концепции организационно-пространственной структуры полевого биогеоценоза (целостной агроэкосистемы) как образовании не на одном поле (агроценозе), а на большей территории (агробиогеоценозе) как минимум полевого севооборота, отвечающем всем свойствам природного самоорганизующегося и саморегулируемого биогеоценоза (Зубков, 1970, 1995).

Агроэкосистема входит в ряд объект-биосистем экосистемной формы развития жизни: элементарная экосистемная единица (ценекуля = консорция с абиотической средой, агроценоконсорция = ценоячейка с абиотикой) ценоз поля (агроценоз) → биоценокомплекс → биоценоз (более сложное образование) → целостная экосистема ранга биогеоценоза (севооборот, лес) → макроэкосистема (агрогеоэкосистема), фацция, агроландшафт = полевой выдел сельского ландшафта)\*.

Видовая форма развития жизни имеет свой ряд объект-биосистем: клетка → организм → консорция (растение+комменсалы) → ценоячейка → ценопопуляция → популяция → вид (видовая популяция).

Сельскохозяйственные поля имеют простую экосистемную структуру - состоят, по сути дела, из элементарных агроценоконсорций и слагающихся из них макроэкосистем (агробиогеоценозов), где происходит полный геохимический круговорот вещества, а также агрономический - движение комменсалов вслед за своей кормовой культурой по схеме ротации культур в полево-м севообороте (Зубков, 1995, 2000, 2005а,

биоценозов Каменной степи Юго-Востока ЦЧП. Биоценоз озимых и биоценоз яровых зерновых культур концептуально представлены как крупные биоценокомплексы, состоящие из агроценозов, соответственно, озимых и яровых культур - пшеницы, тритикале и ржи в первом и ячменя, пшеницы и тритикале во втором. Данные биоценозокомплексы внутренне однородны и имеют с биоценозами гороха, сои и гречихи определенные различия по видовому составу и, в меньшей степени, по трофической структуре (Шпанев, 2010). Полученные базы данных позволили разработать креативные технологии оздоровления агроэкосистем, включающих прогноз роли вредных организмов в формировании урожайя полевых культур с учетом присутствия на поле полезных видов.

2006). Агрономический круговорот компонентов агробиогеоценоза увеличивает также его разомкнутость по отношению к соседним угодьям и устойчивость во времени за счет обмена полевыми популяциями видов, мигрирующих вслед за основной кормовой культурой по схеме севооборота.

В период 2006-2010 гг. в ВИЗР теоретические положения агробиоценологии выполнены структурой функциональной самоорганизации агробиогеоценоза - концепцией саморегуляции в нем биоценологических процессов (Зубков, 1996, 2007а, 2007б) - фитоценологических (Жуков, Зубков, 2007), эпифитофагических, эпифитотических, энтомофагических и других типов взаимоотношений между автотрофными и гетеротрофными организмами (Шпанев и др., 2007), протекающих на структурном уровне агроценоконсорций. Раскрыт мифический механизм саморегуляции экосистемных образований.

Функциональность экосистем проявляется во взаимодействии между собой особей разнообразных видов в соответствии с их биологическими наследственными свойствами - автотрофов-производителей с фитофагами и фитопатогенами, фитофагов с хищниками. Бесчисленные взаимодействия особей между собой создают биоценологические процессы, которые то усиливаются, то затухают в агроценоконсорциях благодаря изменениям свойств особей в результате либо спонтанных, либо циклических внутрипопуляционных генотипических, либо паратиписических перестроек в условиях меняющейся абиотической среды, включая и влияние антропогенного фактора. Так, потеря устойчивости у одного партнера и одновременное возрастание агрессивности - у

другого "запускает" бурный трофический процесс, тогда как благоприятная для начала процесса перестройка только у одного партнера вызовет лишь некоторое увеличение его численности. Кроме того, каждая особь присутствующего в агроценозе вида участвует не в одном, а как минимум, в двух биоценологических процессах - в одном как потребитель (хищник), в другом как жертва (трофический ресурс). Каждый вид при этом адаптируется к условиям обитания согласно системе "триотрофа" Б.П.Мантейфеля (1980), эволюционно приобретаемая способность и для питания, и для защиты от хищника.

Саморегуляция биоценологических процессов осуществляется на уровне элементарных экосистем - агроценоконсорциев, тогда как самоорганизация биоценологических процессов в многолетнем плане поддерживается на уровне целостных агробиогеноценозов благодаря свободному перемешиванию особей разных видов между агроценозами. В саморегуляции биоценологических процессов и состоит скрытая от глаз наблюдателя эмерджентная саморегуляция агробиогеноза.\*

Протекание биоценологических процессов - явление планетарное. Они следуют общему сценарию - открытому академиком В.Д.Беляковым с соавторами явлению саморегулирования эпидемического процесса, заключающегося во взаимообусловленной изменчивости биологических свойств гене-

тически и фенотипически неоднородных популяций возбудителей заболеваний и организма человека-хозяина (Беляков и др., 1986). Эпидемические процессы такие же биоценологические процессы как эпизоотические, эпифитоценологические (объединяющие эпифитотический, (эпи)фитофагический, и др. трофически связанные с растениями), каждый из которых специфичен в соответствии с генетически определяемыми свойствами участвующих в том или ином процессе организмов. Все процессы идут в биосфере одновременно, создавая в экосистемах картину тлеющего низового пожара с периодическими всполохами эпифитотий и эпизоотий. Таким образом, биоценологический ряд наук оздоровительной направленности состоит из эпидемиологии (мир разумного человека), эпизоотологии (мир животных) и эпифитоценологии (мир растений).

В неявном виде ход биоценологических процессов можно отобразить динамикой численности видов, подпадающих одновременно под фитосанитарный мониторинг. Однако, эти наблюдения характеризуют каждый вид по-отдельности: сопоставление на графике кривых динамики численности видов, например, фитофага и хищника, не приводит к количественной характеристике напряженности энтомофагического процесса, в котором участвуют оба вида.

\*По концепции саморегуляции биоценологических процессов, объясняющей саморегуляцию экосистемных образований - агробиогеноценозов и агроэкосистем, имеются замечания А.А.Жученко (2009, т.2, с.192): "Заметим, что существующие биоценологические связи между организмами разных видов в биогеоценозе обладают эволюционной и онтогенетической «памятью», которая, в свою очередь, генетически детерминирована и обеспечивает процессы саморегуляции в варьирующих условиях среды (Жученко, 1980,1988,2004). Очевидно, что механизмы и структуры такой саморегуляции на разных уровнях организации биогеоценоза (агроценоценологическом, агроэкосистемном, агроландшафтном и биосферном) и разных этапах онтогенеза оказываются различными. В связи с этим утверждения о том, что «биоценологические процессы основаны на примате потребления и конкуренции за ресурс» (Зубков, 1995,2003,2007) не только неполны, но и в своей основе неверны, поскольку не учитывают многочисленные эффекты симбиоза и синергизма, приносящие взаимную пользу при сосуществовании организмов разных видов, особенно в неблагоприятных условиях абиотической и биотической среды". Принимая замечания к сведению, поясню следующее. В 1980-х годах эволюционно-генетическую "память" в биогеоценозе - всякого рода "киберы" и "генопласты" - искали многие авторы, не нашли, однако. Экосистемные сообщества из какого-либо центра, включая и человека, не управляются. Биоценологические связи, как и процессы, самоорганизуются при проявлении эволюционно-наследственных свойств особей взаимодействующих видов чаще разных трофических уровней. 2) Любые взаимодействия между видами на уровне особей (иным образом виды не взаимодействуют в биоценозе), включая кибернетическую связь, сопровождаются вещественными потоками, в т.ч. и симбиоз. Так, в случае классического симбионта-лишайника, образуемого грибом и водорослью, между последними протекает процесс сродни и одностороннему умеренному паразитизму гриба на ранней стадии лишайника, и двустороннему - на зрелом, и сапрофитному у гриба - на позднем этапе роста лишайника. Во всяком случае, можно видеть не альтруистический характер взаимоотношений между симбионтами, а трофическое потребление и взаимодействующих видов. Синергизм полностью проявляется в агроценозе. Риску привести пример "вещественно-кибернетического синергизма" с отрицательным и положительным последствиями, когда малая толика изъятых веществ фитофагом может вызвать как несоизмеримо большую потерю фи-



томассы при повреждении конуса нарастания, так и стимуляцию фотосинтеза при раннем повреждении листовой поверхности злаковых растений (Зубков, 1995).

Эмерджентные свойства самоорганизации и саморегуляции экосистемных структур обязаны мириадам биоценологических процессов в мириадах биоценоконсорциях благодаря исключительно эволюционно-наследственной памяти каждой из мириадов особей разнообразных видов. Экосистемная жизнь устроена удивительно просто: исчезнет разнообразие особей, исчезнут биоценологические процессы, исчезнет жизнь.

Количественные оценки взаимодействия видов не могут быть прямо считаны с этих графиков и требуют определенных правил сбора полевой информации и соответствующих алгоритмов расчета. "Унифицированная методика сбора биоценологических данных на постоянных учетных площадках-агроценоконсорциях" такие расчеты позволяет делать (Зубков, 1973,1995; Зубков, Лахидов, 1999).

Следует подчеркнуть, что вид участвует в работе экосистемы (в биоценологических процессах) не в виде популяций, а в виде ценоцеек (групп особей, непосредственно взаимодействующих как между собой, так и с особями других видов в ценоконсорции). Популяция не является составной частью экосистемы (ареал видовой популяции превосходит размеры любой экосистемы). Популяция принадлежит к видовой структуре - видовой форме развития жизни (Зубков, 2005а, 2007а). В ней работают микроэволюционные процессы, но настолько медленно, что ожидать сколько-нибудь заметного видообразования не приходится. Особи видов после брачного периода рассредоточиваются на поле по ценоконсорциям, образуя це-

ночекки, где взаимодействуя с другими индивидуумами участвуют в разнообразных биоценологических процессах, развивая экосистемную форму живого. Закрадывается мысль, что не эффективнее ли поиск факторов иммунитета растений вести не столько в микроэволюционных, сколько в биоценологических процессах.

На основе собранной полевой эмпирической информации в Каменной степи Юго-Востока ЦЧП были представлены численные модели временной (фенологической), организационно-пространственной и функциональной структур биоценозов озимых зерновых культур (2008), гороха (2009) и яровых зерновых культур (Шпанев, Голубев, 2010). Это позволило с помощью методов статистического анализа показать отдельные этюды кибернетической (управленческой) структуры агроэкосистем (Шпанев и др., 2007), включая ход биоценологических процессов. Кибернетическая структура экосистем почти не изучена. Приведенный пример свидетельствует о правомерности экспериментального изучения агробиоценологией общих вопросов биогеоценологии.

### **Оценка роли вредных организмов в формировании урожая сельскохозяйственных культур**

Агробиоценология ответственна, в первую очередь, за выявление, изучение и оценку взаимоотношений между видами в агробиоценозе. Следствием агробиоценологических процессов следует рассматривать формирование урожайности сельскохозяйственных культур. С оценкой роли вредных видов - их вредности - прямо связана вся проблема полевой защиты растений. А.А.Любищев, работая в 1930-х годах в ВИЗР в отделе экономики вредителей, заложил методические основы этого направления сельскохозяйственной энтомологии, провел исследования потерь урожая пшеницы от ряда вредителей, издал труды, не потерявшие своего научно-методологического значения, и обеспечил приоритет институту в этой области (Любищев, 1955).

Большая часть исследований вредности вне ВИЗРа до сих пор ведется по примитивным методикам и в недостаточном объеме, хотя они должны были бы сопровождать практикуемый фитосанитарный мониторинг и опережать практику защиты растений, способствуя оздоровлению агроэкосистем в момент ее проведения.

Полевые исследования вредности вредных организмов должны быть комплексными, то есть должны включать ядро любого агроценоза - комплекс непосредственно взаимодействующих в агроценоконсорциях организмов (культурных и сорных растений, вредителей, болезней, хищников, паразитов, антагонистов), участвующих в четырех основополагающих биоценологических процессах (фитоценологическом, эпифитофагическом, эпифитотическом и энтомо-

фагическом). Недостаточно оценивать полевою вредоносность только одного какого-либо вредного вида, не охватывая другие, потому что все они, взаимодействуя друг с другом и с сельскохозяйственными растениями, влияют на оценки вредоносности отдельного вида.

Ограниченность методологий популяционной биологии (воспроизводство) и популяционной экологии (влияние экологических факторов на популяцию вида), с позиций которых проводился и проводится фитосанитарный мониторинг, не позволяет использовать данные полевых учетов для характеристики биоценологических процессов в целом и вредоносности видов в частности. Теория динамики численности видов в агроэкосистемах должна быть существенно дополнена с учетом участия особей вида в биоценологических процессах. Серьезное продвижение в этом направлении можно ожидать от генетико-популяционных исследований на молекулярно-генетическом уровне при слежении за отношениями паразита и растения-хозяина, проводимых микологами и иммунологами совместно при большом отставании от них энтомологов.

Причины неразвитости экономики вредных организмов кроются в человеческом факторе. Например, производственникам удобно весной списать посевы, якобы уничтоженные вредителями всходов, и получить страховку. Производители пестицидов не желают поступиться своими доходами в ситуации регламентации химзащиты на основании экономических порогов вредоносности (ЭПВ). Этот перечень корпоративных интересов в ущерб научной организации полевой защиты растений можно продолжить.

О порогах-регламентах заговорили за рубежом в середине 1960-х годов в связи с резким увеличением объемов применения универсальных хлорогенических инсектицидов. В СССР был разработан экономический порог вредоносности (ЭПВ) для случая простой окупаемости затрат на борьбу с вредным видом, позже с учетом рентабельности - экономический порог целесообразности проведения борьбы (ЭПЦ) (Захаренко, 1979). В формулы их расчета вводились коэффициент вредоносности и данные о затратах на борьбу, стоимость продукции, в последующий период коэффициенты-поправки на наличие полезных насеко-

мых, биологическую эффективность химзащиты и др. В условиях плановой государственной экономики с устойчивыми ценами на ядохимикаты, сельхозпродукцию и оплату труда ЭПВ вычислялись заранее и публиковались в виде списков для основных вредных организмов.

Позднее в связи с колебанием затрат на защиту заранее рассчитывать ЭПВ стало затруднительно и В.И.Танский (1988) ввел понятие о ЭПВ<sub>5%</sub>, показывающего количество вредных организмов или баллов поражения растений, при котором ожидаются 5% потери урожая. Ориентируясь на него, можно определить целесообразность проведения защитных мероприятий, сопоставив затраты на защиту растений со стоимостью 5% защищенного урожая.

В качестве коэффициентов вредоносности использовались большей частью экспертные оценки. В годы перестройки все перемешалось, и публикуемые списки ЭПВ потеряли всякую связь как с потерями урожая от вредных объектов, так и экономической целесообразностью, и используются для прикрытия безудержного применения пестицидов в производстве.

Следует решительно отказаться от использования ЭПВ в качестве критерия целесообразности проведения химзащитного мероприятия, заменив их ЭПВ<sub>5%</sub> - эквивалентом 5% потерь урожая.

Без малого сто лет работы полевых энтомологов, фитопатологов и гербологов дали, к сожалению, только описательную информацию о самом главном для защиты растений - о роли вредоносных видов в формировании урожая защищаемой культуры. Причина в том, что большая часть обследований полей проводилась по видам разрозненно, всегда по новым маршрутам, сопоставления с урожаем не проводилось. Погоня за относительной точностью средней на поле ( $\pm m\%$ ) вела к непрактичной рекомендации брать больше проб на участках с низкой численностью объектов. Еще в 1930-х гг. русские энтомологи предложили экотопографический подход к проведению фитосанитарных учетов. А.А.Любичев называл его биосъемкой: рекомендовал использовать метод послыйного учета, пробы концентрировать на участках с более высокой численностью вредных объектов (а не низкой, как часто рекомендуют), подробно записывать экологические особенности

проб, учеты повторять на тех же участках, всегда характеризовать состояние культурных растений.

Позже последовал унифицированный метод сбора полевой биоценотической информации на постоянных, устанавливаемых с весны замаркированных учетных площадках 0.1 м<sup>2</sup>, с целью оценки комплексной вредоносности с помощью статистического анализа (Зубков, 1973). С его помощью методологически вопрос оценки полевой комплексной вредоносности с коэффициентами вредоспособности ( $V_{\%}$ ) особи, балла повреждения/поражения (как и оценки потерь на единице площади) у вредных видов был решен в ВИЗРе без малого 40 лет назад. Однако разработанные методики, тиражированные в многочисленных статьях, брошюрах, монографиях и учебных курсах (Зубков, 1973 ... 2005), редко где использовались (корпоративные интересы малых групп незаинтересованных чиновников нередко сильнее интересов всего населения).

Метод применялся на всех организованных с участием ВИЗР агроэкологических стационарах - "Меньковском" (С-З Нечерноземная зона, АФИ, "Губино" (Центральная НЗ, ВНИИМЗ), "Каменная Степь" (Ю-В Центрального Черноземья). Методика была передана в МСХ в управление защиты растений (Зубков, Черкашин, 1997). И только в период перестройки удалось резко продвинуть дело. На стационаре "Каменная Степь" в течение двух пятилеток разработан с учетом комплексной вредоносности не один десяток коэффициентов вредоспособности ( $V_{\%}$ ) сорняков, вредителей и болезней на всех культурах полевой севооборотной агроэкосистемы (Жуков, Шпанев, Голубев, 2004 ... 2010 гг.).

На основе коэффициентов вредоспособности вновь стало возможным рассчитывать ЭПВ<sub>5%</sub> уже на новом креативном уровне оценки комплексной вредоносности. ЭПВ<sub>5%</sub> эквивалентен коэффициенту вредоспособности  $V_{\%}$ :

$$\text{ЭПВ}_{5\%} = 5_{\%}/V_{\%} \text{ экз., баллов и т.п.,}$$

где  $V_{\%}$  - процент потерь потенциального урожая (без вредных видов) от 1 экз., балла на принятой учетной единице площади посева. Региональные списки  $V_{\%}$  и (или) ЭПВ<sub>5%</sub> целесообразно публиковать.

Понятно, что на основе  $V_{\%}$  и ЭПВ<sub>5%</sub>

можно делать прогноз потерь по данным фитосанитарного мониторинга конкретных полей, проследивать фитосанитарную ситуацию по району и принимать соответствующее решение о целесообразности проведения того или другого химзащитного мероприятия с учетом рыночных цен на продукцию, пестициды, рабочую силу и т.д. Соответствующие расчеты под силу квалифицированному бухгалтеру сельхозпредприятия.

Наработать региональные научно обоснованные коэффициенты вредоспособности вредных видов можно по регионам в течение одной пятилетки. Методология апробирована. Унифицированная методика сбора полевых данных на постоянных учетных площадках 0.1 м<sup>2</sup> легко выполнима специалистами средней квалификации. Фитосанитарное состояние посева можно четче описать, используя такие показатели, как степень повреждения/поражения растений фитофагами и фитопатогенами. Влияние сообщества сорняков лучше характеризуется показателем проективного покрытия, чем их численностью (Шпанев, см. статью в этом номере). Статистическая обработка данных проводится стандартными компьютерными программами. Для развертывания работ по оценке вредоносности вредных организмов при наличии в стране институтов по защите растений и государственной сети фитосанитарного мониторинга нужна организаторская воля Россельхозакадемии и финансирование со стороны МСХ РФ.

Далее оценка вредоносности должна навсегда войти в задачи названных госучреждений наряду с мониторингом динамики численности вредных организмов и постоянно уточняться и усовершенствоваться. Техническое оснащение уже позволяет модернизировать полевые наблюдения (фото-, теле-, гис-приборы, беспилотники) и дешифровку снимков при обработке данных.

Разработанные унифицированные метод оценки комплексной вредоносности и методика сбора полевой информации легко сочетаются с проводимыми полевыми опытами по изучению разнообразных факторов полеводства, комбинируются с опытами по оценке биологической эффективности защитных мероприятий, реверсии резистентности и других программ адаптивного растениеводства.

Построение статистических моделей агробиоценозов - прямой выход на конструирование технологий защиты растений.

## ФИТОСАНИТАРНОЕ ОЗДОРОВЛЕНИЕ

Под оздоровлением агроэкосистем в настоящее время понимается повышение уровня эксплуатации сельскохозяйственных земель без ухудшения их качества, прежде всего без снижения содержания гумуса в почве, смыва земель, засоления, загрязнения и других отрицательных последствий техногенных факторов воздействия.

Фитосанитарное оздоровление агроценозов означает снижение обилия вредоносных объектов и их вредоспособности.

Если это достигается повышением иммунности сельскохозяйственных культур, то, оставаясь устойчивым, агробиоценоз "мирно" перестроится, надо полагать (хотя этого еще никто не показал ни на практике, ни в полевых экспериментах), до очередного преодоления иммунитета растений вредными видами. Если полевой агроценоз оздоравливать только пестицидами, резко снижая на короткое время потери урожая, то о его устойчивости можно забыть и получить весь клубок последствий его разбалансировки и загрязнения.

Общая фитосанитарная обстановка на пахотных землях создается не присутствием на поле потенциально вредоносных видов (без многих из них никакой устойчивости агробиоценозов быть не может!), а их участием в разнообразных биоценологических процессах, поэтому отслеживание следов повреждения/поражения растений – наипервейшая задача фитосанитарного мониторинга, что на практике обычно не выполняется.

Следует иметь в виду, что устойчивое функционирование агробиоценозов сопровождается некоторой потерей продукции. Задача агробиоценологии определить вредоспособность растительных видов и найти оптимальный уровень потерь, с одной стороны, удовлетворяющий крестьянина перед угрозой потерять большее от последующих всплеск численности вредных видов, и, с другой стороны, поддерживающий устойчивое развитие агробиоценозов на территории как минимум полевой севооборотной агроэкосистемы. Это и есть **биоценологический уровень устойчивости агроэкосистемы**. С ним прямо связан **принцип биоценологической целесообразности применения химсредств**. За поддержание

устойчивости агробиоценоза благодаря его саморегуляции приходится поступаться частью урожая возделываемых сельскохозяйственных культур.

С позиций агробиоценологического подхода к оздоровлению агроэкосистем вытекают следующие методологические задачи и следствия.

1) Все полевые исследования биоты, направленные на оздоровление агроэкосистем, тогда отвечают методологическим требованиям агробиоценологического подхода, когда одновременно охватывают не менее двух взаимодействующих компонентов того или другого биоценологического процесса (культурные и сорные растения, культуру и ее вредителей, либо фитопатогенов, фитофага и его хищников и т.д.), чтобы иметь возможность определить роль того и другого вида с точки зрения защиты растений. То есть изучать следует оба вида, которые не пассивно участвуют в биоценологическом процессе, а генетически и/или паратипически подстраиваются друг к другу на популяционном уровне в условиях меняющейся среды в агроценоконсорциях. Это замечание особенно касается фитопатогенов, наиболее тесно связанных с растениями.

2) Полевые мероприятия по фитосанитарному оздоровлению агроэкосистем будут эффективными при разработке мер прерывания биоценологических процессов с участием вредителей и фитопатогенов на ранних фазах их саморазвития.

3) Применение химических средств борьбы с вредными объектами допустимо на полях не только при превышении последними экономической значимой вредности, рассчитанной с использованием коэффициентов вредоспособности вредителей, болезней и сорняков, но и при достижении **биоценологического уровня устойчивости агроэкосистемы** (методику расчета которого надо еще разработать). Не допускать профилактических и календарных обработок посевов пестицидами.

4) Необходимо обосновать и провести оценку неликвидных потерь от вредоносных объектов (по А.А.Любищеву) с помощью унифицированного метода оценки комплексной вредности. Эта проблема "висит" с

30-х годов прошлого столетия.

4) Оздоровлению агроценозов на практике будет способствовать повышение квалификационного уровня специалистов по защите растений научных учреждений и информационно-консультационных пунктов Россельхозцентра МСХ РФ.

5) Целесообразно ускорить разработку проекта модернизации защиты растений в условиях адаптивно-точного (точечного) земледелия. Сочетание дешевого адаптивного экстенсивного земледелия с дорогими интенсивными приемами точного земледелия с применением машин нового поколения будет наиболее приемлемым для полеводства большинства регионов России с ее аридным климатом при неизменном снижении посевных площадей. Очень важно с самого начала сопроводить становление адаптивно-точного земледелия фитосанитарным мониторингом и агробиологической диагностикой с завершением исследований разработкой математических моделей технологий оздоровления агроэкосистем, систем "динамического земледелия" (Зубков, 2006), а в них - "динамических севооборотов" (Бородий, Зубков, 2001), систем удобрений в режиме меняющегося рыночного спроса и предложений с учетом сложившихся к осени и весне агроэкологических условий (Рымарь и др., 2006). Осложнит ли это обстоятельство фитосанитарную обстановку - делать выводы рано, хотя системы защиты растений разрабатываются отдельно для фермерских, средних и крупных землевладений, по разному оснащенных техникой и средствами химзащиты.

Много вопросов возникает по поводу выведения из полеводства земель в залежь и, наоборот, их нового освоения. Как показывают исследования, на целине и залежах формируются биоценозы, препятствующие накоплению высокой численности насекомых, причем, чем длительней сукцессия, тем ниже там общая их численность. Поэтому залежные (как и целинные) биоценозы не представляют опасности в качестве источников повышенного заселения вредителями соседних полей. Опасность возникает позже - в первые годы после введения залежных земель в хозяйственный оборот. В этот период можно ожидать повышения заселенности полей вредными насекомыми и возрастания их численности. Те же особенности формирования агробиоценозов

отмечены в длительных бессменных посевах. Так, при монокультуре пшеницы устойчивый агробиоценоз возникает в Казахской степи на 5-6-й год. Сложнее обстоит дело с сеgetальной растительностью. В первые 2-3 года длительные посевы пшеницы остаются умеренно засоренными, но затем численность сорняков резко увеличивается и стабилизируется на высоком уровне (Танский, 2010).

Эти наблюдения имеют большое значение в современных условиях, когда в залежи переводятся большие площади пахотных земель и вновь затем распахиваются. Биоценологическое сопровождение становления новых агробиоценозов и их фитосанитарный мониторинг весьма желательны.

Из крупных проблем оздоровления агробиоценозов следует выделить формирование агроэкосистем в условиях массового внедрения сортов с комплексной и групповой устойчивостью к вредоносным объектам. Представляется, что однополевые ценозы должны различаться при возделывании культур разного сортового состава. Пока сравнительные полевые данные отсутствуют. Есть основания полагать, что севооборотные агроэкосистемы по геохимической сущности останутся неизменными, как и в случае распашки целинных земель, поскольку потоки минерального вещества на пахотных и целинных участках разнотравных степных угодий существенно не различаются (Титлянова и др., 1979). Вопросы о самостоятельной роли устойчивых сортов в агроэкосистемах рассмотрены в первой статье этой серии (Зубков, 2011а).

Нельзя также забывать об оздоравлиющей роли природных производительных сил в агроэкосистеме - энтомофагов в сдерживании численности растительноядных насекомых и клещей. В последнее время в экологической защите растений получило широкое понимание необходимости стимуляции природных энтомофагов, особенно в борьбе со злостными вредителями - хлебной черепашкой, колорадским жуком и др. как "естественный биометод" (Зубков, 2011б).

Велика положительная роль в нашем земледелии сорнополевой растительности в защите почвы от ветровой и водной эрозии, участии в "переходном фонде" неиспользованных в текущем году минеральных удобрений и в запасаении органики на полях, привлечении цветущими сорняками

паразитов фитофагов и о совсем редко отмечаемой конкуренции на поле сорных растений между собой.

К сожалению, безответственное отношение к сельской природе в нашей стране усилилось. Беда не в сокращении посевных площадей. Это даже отложенное благо – сохранится на будущее часть земли в виде залежей и других сельхозугодий. Беда в экологической безграмотности и стяжательстве новых собственников земли, а также в отсутствии законов землепользования. Монокультура высокодоходных культур – сахарной свеклы, пивоваренного ячменя, подсолнечника – преобладает, усугубляя фитосанитарную обстановку на полях, и вынуждает наращивание объемов применяемых пестицидов.

Одним из негативных последствий применения пестицидов является возникновение устойчивых к ним популяций вредных организмов. Резистентность – это наиболее неприятное явление использования химических средств в защите растений, и ее недопущение стоит на первом месте в задаче сдерживания объемов химзащитных мероприятий.

Ситуация с устойчивостью полевых популяций вредных организмов не имеет "химического" решения. Это – отчасти экономическая, в большей мере – агробиологическая проблема, а в целом – общеприродное эволюционное явление. В биологическом отношении следует подходить с позиции целесообразности использования интенсивной химзащиты. Нужно ли добиваться высокой смертности всех вредных видов на полях в зонах умеренной их вредности? Можно, особенно при борьбе с сорняками, сниженными дозировками гербицидов только задерживать рост и развитие, снижать их вредоносную конкуренцию с культурными растениями и сохранять положительную роль в нашем земледелии. С некоторым недобором урожая при этом допущении можно смириться, причем он вряд ли превысит неликвид-

ные (остаточные) потери при проведении химзащитных мероприятий.

Программа ослабления явления устойчивости к пестицидам сочетается с программой исследований по управлению популяциями вредных видов в рамках концепции экологических систем защиты растений и фитосанитарного оздоровления агроэкосистем.

Госслужба фитосанитарного мониторинга все еще в силу малочисленности не в состоянии осуществлять свои информационно-консультационные функции. В условиях недофинансирования наука не может упредить последствия безграмотного хозяйствования на полях. Более того, наука, задавленная неразумным администрированием, в отсутствие предпринимателей, "жаждущих" инноваций, вынуждена пойти на упрощения в тематике (перейти на мелкотемье) и методике исследований (нет средств и современного оборудования).\*

Защита растений – наиболее наукоемкая область сельскохозяйственной деятельности, поскольку имеет дело с бесчисленным количеством диких видов, организационно-пространственной и функциональной структурой биоты агроландшафта. Она на последнем этапе выращивания сельскохозяйственных культур несет ответственность за продовольственную и экологическую безопасность страны. В условиях модернизации приемами адаптивно-точного земледелия сельского хозяйства в целом можно модернизировать и защиту растений на основе креативной агробиологической методологии на уровне целостных агроэкосистем севооборотного типа.

Для проведения комплексных исследований по затронутым выше проблемам нужно иное финансирование, волевым решением агроэкологических стационаров при региональных НИИСХ, хорошо оснащенных приборной и современной сельскохозяйственной техникой точного земледелия.

\*В.И.Кирюшин 30.06.2011: [http://www.saratovagro.ru/left\\_links/branch/plants/inno.php](http://www.saratovagro.ru/left_links/branch/plants/inno.php): "Была дискредитирована сельскохозяйственная наука. Рекомендации ученых стали вытесняться рыночными рекламами. Определенный ущерб нанесли кампанейские упрощенные шаблоны под вывеской энерго-ресурсосберегающего земледелия вопреки научно обоснованным рекомендациям научных учреждений. Тяжелое состояние социума и сельскохозяйственного производства не осознается в должной мере или не воспринимается руководством страны и сельскохозяйственными органами несмотря на издержки и дальнейшие угрозы продовольственной зависимости страны." МСХ пока недостаточно выполняет "функции организации научно-технического прогресса."

## Терминологический аспект

Итак, термин "агробиоценоз (агроценоз)" ввел Г.Я.Бей-Биенко. Агроценоз - это однопольный слабо организованный обедненный ценоз, развивающийся на поле в течение одного-двух сезонов в зависимости от возделываемой культуры. Агробиоценоз развивается на большей территории и достигает полной самоорганизации и саморегуляции на уровне агробиогенноза (целостной агроэкосистемы) в условиях добавочного антропогенного фактора.

Экосистема как термин имеет сотни применений, но одно неизменно - это пространство, где сообщество живых существ осуществляет геохимический круговорот вещества благодаря приходящей энергии солнца. В агроэкосистеме - также природной экосистеме, модифицированной человеком до состояния наибольшего выхода необходимой ему продукции, расширение круговорота вещества происходит за счет внесения добавочной энергии антропогенной деятельности, удобрений, семян культурных растений и т.д. Сохраняя при этом севооборот, человек "раскручивает" в агроэкосистеме еще и "агрономический круговорот вещества", способствуя переходу агроэкосистемы на более высокий энергетический уровень по сравнению с местными травяными биоценозами.

Агроэкосистему часто называют "искусственным образованием", биоценоз - реже, видимо постольку-поскольку в нем человек наглядно контролирует только возделываемую культуру, а сотни тысяч иных существ живут на поле без его "разрешения".

К агробиоценозу некорректно применять термины "конструировать", "проектировать", "регулировать", к агроландшафту, севообороту, системе земледелия или защиты растений можно. Управляют агробиоценозом путем его модифицирования внешними техногенными воздействиями - либо в сторону посева-агроценоза, либо пастбища и т.п. Далее биоценоз сам приведет себя в соответствие с изменившимися условиями, самоорганизуется в результате взаимодействия живых организмов между собой и с косной средой в условиях добавочного

фактора крестьянского труда. Человек разнообразно воздействует на агробиоценозы и только часть из этих воздействий можно отнести к прямому управляющему влиянию. Например, регулирование нормы высева семян можно рассматривать как модифицирующее управление. Модифицируется агробиоценоз в рамках саморегуляционных его возможностей, далеко не всегда в пользу человеку.

В то же время лексика агроэкосистемы имеет свои истоки. Если она как термин применяется в практической сфере, то часто рассматривается как искусственный хозяйственный объект, находящийся в распоряжении человека, им и созданного - посев, животноводческая ферма. Стоит ли его заменять слова поле, ферма, хозяйство, которые и так самодостаточные понятия. От этой неразберихи страдает вся информационная составляющая сельскохозяйственной науки и практики (Зубков, 2009).

В "искусственном" качестве агроэкосистема используется среди основных терминов агроэкологии и сельскохозяйственной экологии, хотя искусственная компонента посева заканчивается после высева семян. Далее посев - ценоз поля - развивается своим чередом в природных условиях, модифицированных человеком, под действием естественного и искусственного (на селекционных участках) отбора.

В биоценологии под агроэкосистемой понимается любой ценоз взаимодействующих организмов между собой и абиотической средой обитания на территории, где осуществляется круговорот вещества в результате продукционных и деструкционных процессов в условиях восполнения изъятых продукции удобрениями, семенами в процессе сельскохозяйственной деятельности человека. В агроэкосистеме удастся изучить весь комплекс взаимодействующих факторов. Агроэкосистемы моделируют, однако для математического моделирования пока не достает знаний об экосистемной форме жизни. Начальным уровнем моделирования служат статистические модели агроценозов (Бородий, Зубков, 2001).

\*При обсуждении экологических терминов примиренческий уклон недопустим. Перед лицом мирового голода и глобального загрязнения надо решительно что-то делать и с сельским хозяйством и экологией в целом. В свое время Н.Ф.Реймерс писал: "такого взрыва профанации знания не было в истории человечества". Писал он об экологии, которую как науку раздирает некачественная терминология.

Безграмотность начинается со школьных учебников, продолжается в ВУзовских курсах по сельскохозяйственной экологии. Статьи и книги ошпаны словами "искусственный агробиоценоз", "искусственная агроэкосистема". (Надо отдать должное великолепным программам дошкольного экологического образования.)

Слово "искусственный" - это тест примитивного понимания сельскохозяйственной природы как всецело якобы подвластной человеку. Хаос в терминологии, как известно, ведет к хаосу в делах. Термин "искусственный" возвращает человека, позволяя ему безмятежное, бездумное, безответственное отношение к сельской природе. Почву искусственно не создашь. Утратив плодородный слой, можно получить только удобренный агро-грунт, на котором можно вырастить лишь некачественную растительную продукцию, мало пригодную в пищу. И этого не понимают чиновники МОН РФ\*\*, выпускающие учебники, книшники "искусственными агроэкосистемами и агробиоценозами", доценты и профессора профильных кафедр, издающих учебные пособия и программы курсов "сельскохозяйственная экология" - эти особенно искусно изопрятывая в "искусственности" сельской природы. Они не способны отличить искусственные антропогенные воздействия от естественных объектов, на и против которых направлены мероприятия. Ни один биологический объект не бывает искусственным!

\*\*В рабочей программе МОН по биологии основного общего образования 2006 г. в разделе "Экосистемы" подраздел так и назван "Искусственные сообщества - агроэкосистемы." (<http://school11kovdor.sehost.ru/page93>) Как говорится, комментарии излишни.

## АГРОГЕОЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

В направлении агрономических исследований существенное продвижение в теоретическом плане получило точное земледелие за счет развития агрогеосистемных исследований агроландшафтов (раздел геосистемологии и землепользования). Точные агротехнологии рассматриваются и как высшая форма практической интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия за счет создания высокопродуктивных сортов растений, устойчивых к вредным организмам и совершенствования агротехнологий, в особенности защиты растений от вредных организмов (Кирюшин, 2010).

В этом отношении большую роль сыграли многие НИИ РАСХН. Здесь для примера приведем кратко непосредственно известную нам информацию об участии институтов СибНИИ земледелия и химизации (Новосибирск) и ВНИИ сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель (Тверь) в разработке блока защиты растений в зональных системах земледелия.

В СибНИИЗХиме под руководством В.И.Кирюшина сформулирована концепция адаптивно-ландшафтного земледелия, а затем и адаптивно-ландшафтные системы Новосибирской области (В.И.Кирюшин, А.Н.Власенко (2002) с системами оптимизации фитосанитарного состояния посевов яровых пшеницы и ячменя (Н.Г.Власенко, Б.И.Тепляков, Р.Н.Фисечко и др.). Соответственно в литературе появились работы, в которых делается акцент на дифференцированное внесение удобрений, мелиорантов, средств защиты растений в соответствии с неоднородностью почвенного покрова и других условий.

Разработана также не имевшая аналогов в России технология защиты ярового рапса от специализированных фитофагов путем обсева его посевов ловчими культурами с обработкой их после заселения вредителями инсектицидами. Разрабатываются принципы автоматизированной типизации земель с использованием программного пакета «Statistica» методом главных компонент, проводится агроэкологическая оценка элементарных ареалов агроландшафта ОПХ с использованием ГИС-технологий, что существенно повысит уровень технологических разработок и придаст ускорение становлению научного земледелия Сибири (Власенко, 2004).

Во ВНИИМЗ изучались агроэкологические аспекты ландшафтно-адаптивной системы земледелия в условиях сложного моренного агроландшафта. На основании концепции ведения агробиогеоценологических исследований на агроэкологических стационарах (Зубков, 1997) и полевых опытов на землях ВНИИМЗ был разработан проект агроэкологического стационара с целью изучения агроэкологической моренного ландшафта (Опыт..., 2000; Иванов, 2001), заложен агроландшафтный стационар "Губино" на конечном моренном холме и проведены ландшафтно-геосистемные (Иванов, 2001) и агроэкоэкологические исследования по формированию агроэкоэкологической системы с разработкой системы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков в агроландшафтном земледелии (Иванов и др., 2005).

Актуальность и новизна ландшафтно-адаптивной системы земледелия (ЛСЗ) в том, что она предусматривает приоритет ландшафтной морфогенетической структуры территории над административными и хозяйственными границами, максимальное использование биологического фактора в придании оптимальных физических и агрохимических свойств почве. ЛСЗ состоит из ландшафтно-географического и агрономического блоков: первый определяет агроландшафтные выделы (фации) и, следовательно, ответственен за землепользование и землеустройство, второй - способы сельскохозяйственного их использования и развивается как раздел отрасли растениеводства. За ландшафтными земледелием закреплена задача организации сельскохозяйственной территории (Иванов, 2001).

Выделение фаций предвещает изучение агроэкоэкологической агроландшафта, поскольку предполагает в пределах каждого крупного его выдела образование и функционирование самостоятельной целостной саморегулируемой экосистемы (на пахотной фации - полевых севооборотных собственно агроэкоэкологической, на пастбищной фации - разнотравно-пастбищной экосистемы, на фермерской фации с полями кормовых культур - фермерской экосистемы и т.п. Если в литературе за экосистемой закрепилось свойство безразмерности по определению, то агроэкоэкологической территории (поле, севооборот), хотя понят-



но, что два соседних однотипных севооборота представляют единую агроэcosystemу и что континуальность присуща и большей распаханной территории. Одним словом, геосистема характеризует "биотоп" - территорию, "подстилающую" биоценоз, а подготавливает ее система земледелия. Совместно они образуют агроэcosystemу, Растениеводство имеет дело со всей биотой агроэcosystemы, принимая от земледелия подготовленную почву, возделывает культуры.

Намеренно прибегая к устаревшей терминологии (разорванные биотоп и биоценоз), хочется подчеркнуть, что экологи никак не могут собрать многочисленные частные "экологии" вместе, а в случае с земледелием - соподчинить системы земледелия растениеводческим системам возделывания культурных растений. Так, в трехтомнике А.А.Жученко (2008, 2009а,б) экология генетических процессов присутствует\*, экология видов - тоже, а экология жизнедеятельности полевых сообществ-биоценозов

скрыта "механизмами саморегуляции биоценозов и агроландшафтов". Районирование сельскохозяйственных земель в растениеводстве велось на основании фитоценотического анализа растительного покрова, позже стал использоваться биогеоценологический подход. С позиций земледелия этого недостаточно, стала разрабатываться геосистемология и соответствующий агроэcosystemный подход.

В монографии Д.А.Иванова (2001), участника комплексных исследований на агроэкологическом стационаре "Губино", представлены теоретические "результаты исследований по основным аспектам теории сельскохозяйственной географии: типизации агроэcosystem, методики выделения «узловых» иерархических уровней, способам изучения адаптивных реакций растений на изменение условий природно-сельскохозяйственной среды. Предложено новое видение основных понятий агрогеографии - агроландшафта и агромикрорландшафта" (АМЛ), частично изложенное ниже.

\*Генетика - наука о видовой форме развития живого - родоначальнице живых существ на основе химико-физико-кибернетического раскрытия свойств материи.

Экология - наука естественная об отношениях организмов с окружающей средой (всеми условиями существования) (Э.Геккель, 1866 г.), о саморазвитии сообществ живых организмов (популяций, экосистем). Как прикладная наука - о всевозможных взаимодействиях живых организмов: на уровне особи - со средой обитания (*аутоэкология*); на уровне популяции - со средой обитания и между особями одного вида (*демаэкология*); на уровне разновидного сообщества - только с особями животных и растений (*синэкология*, =*биоэкология*); на уровне растительного сообщества - только между растениями (*фитоэкология*); на уровне экосистемы - со средой обитания и особями всех видов сообщества (*экосистемология*),

Биогеоценология - наука об экосистемной форме развития живого, о работе живых существ (добыча пищи, преобразование среды обитания вплоть до постройки гнезда и т.п. Две указанные формы (видовая и экосистемная) развивали жизнь на Земле задолго до появления человека с его общественной формой развития, поэтому природа не готова противостоять разрушительным физико-химическим воздействиям человека безотносительно его экономических, социологических, политических и личностных устремлений.

На сельскохозяйственных землях структура биосистем полностью повторяется в условиях добавочного антропогенного фактора, о чем свидетельствует приставка "агро" ко всем терминам экосистемного развития.

Центральным объектом сельской природы выступает агроэcosystemа. От того какой она предстает в умах людей зависит и отношение к ней. Первый камень "бросил" в природную обусловленность агроэcosystem Л.О.Карпачевский - переводчик интересной часто цитируемой книги "Сельскохозяйственные экосистемы" (1987), заключив что агроэcosystemа - "это в первую очередь социальная система\*\* отражающая способы производства и характер организации общества", хотя большая часть книги содержит мнение крупных ученых о природной адекватности агроэcosystem (Ю.Одума (1987) и других), следовании их экосистемному развитию на более высоком энергетическом уровне благодаря добавочной антропогенной деятельности. Здесь просматривается последствия давнего деления ландшафтоведения и географии в целом на два течения - природное (физическое) и общественное (социально-экономическое, политическое).

От смещения биологического с социальным как показала эпоха лысенковщины ничего путного не получилось. В настоящее время различия общественного и природного в ландшафтоведении обусловили «дробление» ландшафта, «подпадающего» под влияние человека, на многочисленные искусственные «системные» антропогенно-ландшафтные конструкции.

В терминологическом плане целесообразно обратиться к молодой геосистемологии.

Ландшафт (геосистема) - географические понятия о материнском субстрате, подстилающим почвенный слой, что имеет большое значение для почвообразовательного процесса и при освоении новых территорий под сельскохозяйственные цели. Ландшафтоведение включило в свой лексикон термины "экосистема" и "биогеоценоз". Термин "геосистема" предложен в 1963 г. В.Б.Сочавой (по другим источникам - А.Г.Исаченко в 1980 г.). Полезность агроэcosystemного подхода при изучении агроэcosystem заключается в том, что при ландшафтной структуризации возможно использовать обширные сведения физико-географического харак-

тера по типизации природно-территориальных комплексов при районировании территорий в сельскохозяйственных целях. Необходимость в такой информации особенно ощущается в разработках технологий точного земледелия последнего десятилетия.

Сельский ландшафт - территория, занятая крестьянскими поселениями, приспособленная для сельскохозяйственной полеводческой и животноводческой деятельности.

Агроландшафт - полевой выдел сельского ландшафта (антропогенно трансформированная геосистема), поделенный в соответствии с географической структурой на фации - более-менее однородные участки (агрогеосистемы), на которых формируются агроэкосистемы. Фация дробится на элементарные геобразованя - агромикрорландшафты (АМЛ), различающиеся характером почвообразующих пород. Однотипные АМЛ нуждаются в единой стратегии освоения и сельскохозяйственного использования. Последнее затрагивает разорванный ареал однотипных АМЛ, но определенная однородность наблюдается в пределах одного склона северной либо южной экспозиции. Эти адфические обстоятельства чрезвычайно важны при разработке зональных адаптивно-ландшафтных систем земледелия (Кирюшин, 1995).

Отождествлять аграрный ландшафт с единой экосистемой неправомерно - территориально первый больше второй, а с фацией - в самый раз, поскольку именно агрогеосистема как биотоп с самоорганизующимся на ее территории биоценозом формируют агроэкосистему под воздействием внешней солнечной и антропогенно-модифицирующей энергии и добавочного вещества (удобрений и всего другого). Как видим, ничто "социальное" в агроэкосистему не включается, остается вне экосистемного развития, косвенно влияя через посредство развития антропогенного фактора.

\*Интересно бы сравнить как природно изменились колхозные агроэкосистемы на полях современных агрохолдингов при их стремлении любой ценой "взять урожай". Думается - никак, поскольку 15-летние наблюдения в Каменной степи с середины 1980-х гг. интенсивных технологий полеводства не выявили существенных изменений структуры агробиоценозов в условиях засушливого Юго-Востока Центрального Черноземья (Лаптев, 2003). Экосистемное развитие жизни - это одно, а социально-общественное - это совсем другое. Меняются правительства, уклады, научные парадигмы, а агроэкосистемы как кормили народы, так и будут кормить, люди вынуждены будут понять, что если взметнувшийся вертикально вверх (как столб) прирост населения не выйдет в ближайшие десятилетия на плато, судьба их будет печальной. С неизбежной изреженностью человеческого общества от голода (на земле уже 7 млрд человек!) и войн (фюреры на земле не перевелись) природа не погибнет, но будет сильно "обглодана".

В практическом плане приведены примеры разработки типовых моделей ландшафтно-адаптивных систем земледелия и способы их привязки к условиям реальных хозяйств". Разработана классификация агроландшафтов и агромикрорландшафтов, на основе которой возможно создание агроландшафтных карт агроэкологически-однотипных территорий отдельных хозяйств, без которых вредение в практику приемов прецизионного земледелия невозможно.

Большое значение в агрогеосистемологии придается ландшафтно-полевым опытам (ЛПО) как нового экспериментального направления в агроэкологической науке по изучению "влияния на производственный процесс сельскохозяйственных культур не только управляемых, но и неуправляемых факторов природной среды". Приняты к использованию и методики полевых агробиоценологических учетов на постоянных замаркированных площадках (Зубков, 1971 ... 1997).

На экспериментальном моренном холме стационара "Губино" были выделены АМЛ, отличающиеся по механическому составу и влажности почвы, геохимическим и микроклиматическим условиям, содержанию гумуса, радиационному балансу, описанию сегетальной растительности (вершина, южный и северные склоны с геохимическими

микрорландшафтами: верхним элювиальным, срединным транзитным и аккумулятивным в основании холма). На большинство культур и их цензозы оказывают влияние гранулометрический состав почвообразующих пород, особенности элементарных водосборов, геохимическая обстановка и гидроморфизм почв. Учет этих факторов дает возможность разработки классификационных схем агроландшафтов и агромикрорландшафтов. Эти обстоятельства весьма полезны для разработки математических моделей производственного процесса в пределах агроландшафта.

Организация землеустройства хозяйств должна руководствоваться в той или иной мере принятой классификацией агромикрорландшафтов, что определяет индивидуальные особенности региональной системы земледелия. Выделение крупных севооборотных массивов, бригад, отделений, а также проведение границ землепользования должно производиться в соответствии с системой естественных рубежей, отделяющих урочища, местности и ландшафты друг от друга.

Изучены адаптивные реакции растений на изменение микрорландшафтных условий на агроландшафтном стационаре, влияний технологий обработки почвы на произра-

стание культурных растений, развитие их заболеваний и засоренность рудеральными видами. Лучшие варианты рекомендованы для включения в региональные системы земледелия и системы борьбы с сорняками (Опыт..., 2000; Родионова, 2002; Яковлев и др., 2004; Родионова, Иванов, 2005).

На основе исследований, проведенных на агроэкологическом стационаре, показано, что агромикрорландшафт, соответствующий элементарному агроареалу, территориально совместим с элементарным геохимическим ландшафтом. В ходе анализа закономерностей вариабельности урожайности растений в пределах фации агроландшафта выяснено, что возможно объединение агромикрорландшафтов в статистически однородные - агроэкологически-однотипные территории (АОТ). АМЛ - наименьшая объект-биогеосистема, соизмерима с однопольным агроценозом с недостаточной агроэкосистемной функциональностью, АОТ - с саморегулируемым агробиоценозом большей чем АМЛ территории, а фация - с целостной агроэкосистемой "полевого севооборота". На моренном холме сложилась и функционировала единая зернотравяная агроэкосистема агробиогеосистемного уровня (Опыт..., 2000). На агроландшафтном стационаре "Губино" можно

видеть геосистемный генезис фации под агроэкосистемным средообразовательным "напоре" (круговорот агроценозов, континуальность растительных сообществ, однотипность способов обработки и удобрения почвы) происходит сглаживание почвенных и отчасти материнских разностей. Различия улавливаемые на уровне АМЛ по минеральному составу и влажности в той или иной мере нивелируются на уровне растительных сообществ (Опыт..., 2000), тем паче что многие виды растений живут за счет самых верхних сантиметров почвы. Вот почему мульчирование почвы дает такие ощутимые прибавки их продуктивности и почвосохраниение.

В.Н.Сукачев, описывая биогеоценоз, относил его то к биологическим, то к географическим наукам, так и не пришел к окончательному решению. Геосистемология усилила геотопическую составляющую биогеоценоза, но В.Н.Сукачев придал термину существование большее биоценологическое содержание.\*

Биогеоценоз - прямое производное понятие от биоценоза К.Мебиуса (1877 г.), хотя в определении последнего нет абиотики, которое было включено в него через 58 лет англичанином А.Тенсли (1935 г.) и переименовано в экосистему. В.Н.Сукачев (1942) придал биогеоценозу немецкое звучание.

\*Под экосистемой понимается более функциональное образование, связанное с биогеохимическим круговоротом вещества, а под биогеоценозом - более структурное образование. Экосистема - экологическое понятие (система взаимодействий, "система функций" по В.И.Василевичу и В.С.Ипатову (1969), система вещества и потоков энергии (Одум, 1968,1975)), биогеоценоз - более морфологическое, более биохорологическое (Тюрюканов, 1975) понятие - система элементов, связанных функциональными связями, создающими самокорректирующую систему, для поддержания которой не требуется внешнего управления.

В самом формальном определении "биогеоценоз", данным И.Н.Сукачевым (1960) - это "конкретный участок земной поверхности, на протяжении которого сохраняется определенная система взаимодействий всех компонентов живой ... и мертвой природы" (1960, с.5), но подчеркивается, что биогеоценоз - участок земной поверхности. Последнее добавление очень существенное, так как резко ограничивает круг экосистем ранга биогеоценоза. Однако В.Н.Сукачев (1947) считал, сравнивая биогеоценоз и ландшафт, что это не одно и то же. Не включив рельеф в число компонентов биогеоценоза (1947,1974), он в итоге не высказался определенно (1948) о биогеоценозе как о географическом объекте, хотя и причислял временами его к основным элементам географического ландшафта (1950а). Точно также, биогеоценологию он то считал географической дисциплиной (1954), то отказывает ей в этом (1956). В итоге, определив конечной задачей биогеоценологии - вскрытие всех закономерностей, управляющих процессами превращения вещества и энергии, В.Н.Сукачев не отнес биогеоценологию ни к географической, ни к биологической наукам (1964,с.48-49; 1965).

Пока нет оснований не принять точку зрения географов и ряда фитоценологов на то, что биогеоценоз является: во-первых, ландшафтной единицей - "элементарным ландшафтом" (Василевич, Ипатов,1969) или "географическим ландшафтом" (Герасимов, 1973), во-вторых, элементарной геосистемой, конкретным участком ландшафтной фации, минимальным земным пространством (Сочава, 1978). Сказанное свидетельствует о том, что речь идет о двух сторонах - геосистемной и экосистемной - природной системы "геоэкосистема", где взаимодействуют биокосная среда и биосистема (биоценоз), в агроландшафте - об "агрогеоэкосистеме".

Поэтому, видимо, экосистемный ряд организации живого "агроценоз - агроэкосистема - агроландшафт", включен А.А.Жученко в схему "адаптивного потенциала, формируемого на уровне отдельных реакций, растения в целом, агроэкосистемы, агроландшафта, биосферы", положенного им "в основу стратегии адаптивной интенсификации сельского хозяйства" (Жученко, 2008, с.507). Из перечисленных выше уровней адаптации могут рационально послужить самоорганизующиеся со временем самодостаточные севооборотные агро-

экосистемы. Агроландшафт как агрогеосистема - все-таки прибежище агроэкосистем, их биотоп. Если агроэкосистемы в целом формируются из местных видов, то культурные растения привносятся человеком со стороны, и адаптивность у них выявляется на практике из заложенного селекционером эколого-генетического банка свойств видовой формы развития живого. В агроландшафте происходит только отбор и закрепление удачных образцов - процесс не быстрый и чрезвычайно затратный.

В агробиоценологии агробиогеоценоз рассматривается как макросистема ряда экосистемной формы развития живого (Зубков, 1995, 2005). Строго говоря, в ряду только два экосистемных образования - агробиогеоценоз и агроценоконсорция на правах элементарной экосистемной единицы, где на площади, занятой растительной ценочайкой, каждое растение непосредственно взаимодействует со всеми остальными, а также с организмами других видов и косной средой обитания (Зубков, 1995, с.4). Только на уровне агроценоконсорции можно наблюдать и количественно оценивать биоценогическое взаимодействие, связи, стоящие за ними биоценогические процессы. Агроценоз поля и саморегулируемый агробиоценоз на большей территории слагаются из агроценоконсорций и через них связаны с внутренней абиогической средой, являясь партикаузальными биологическими системами "типа облака", тогда как агроценоконсорция - омникаузальными, поскольку в них особи, подталкиваемые наследственными свойствами голода, причинно (детерминированно) взаимодействуют между собой в биоценогических процессах.

Агробиогеоценоз по функции и территориально сравним с целостной агроэкосистемой при гоместатичном круговороте вещества, например, на территории севооборота или фации агроландшафта. Агроценоз поля агроэкосистемой называют "сплошь и рядом", не давая себе отчет в его экосистемной недостаточности вследствие малых размеров и по этой причине полной открытости - равенстве внутренних и внешних биоценогических связей, перетоков вещества по территории севооборота. Агробиоценоз на большей площади посевов "уважают" и агроэкосистемой называют реже, правда, в учебниках по сельскохозяйственной экологии - часто, а вот в академической среде "агроэкобиоценозом" называют нечто такое - чего не поясняют...

Примечательно, что в интернете биогеоценологию Сукачева уравнили с экосистемологией. По аналогии с последней в предыдущей статье этого цикла мной был ис-

пользован термин "агроэкосистемология" в качестве экспериментального раздела общей экосистемологии (биогеоценологии) (Зубков, 2011а).

Поскольку экосистемный ряд короток и заканчивается биогеоценозом (макроэкосистемой), его продлевают элементами географической структуры - фацией и на землях сельскохозяйственного пользования - агроландшафтом\*, далее следует понятие "биосфера" - наивысший уровень организации жизни на поверхности Земли. Биосфера - все из чего она состоит - вторична, первична - геологическая поверхность, изучаемая географической наукой геосистемология. В настоящее время в сельскохозяйственной науке наиболее развиты два методологических и терминологических направления - агробиогеоценологическое в защите растений и агрогеосистемологическое в земледелии, которые изучают один и тот же природный объект агроландшафт, состоящий из целостных "агрогеоэкосистем" (геоэкосистемных природных образований).

Поднять научный статус целостной (как минимум севооборотной) агроэкосистемы до "агрогеоэкосистемы" целесообразно в связи с накопленным объемом знаний о ее организационно-пространственной и функциональной структурах с задачей креативного развития ("встряхивания") методологии защиты растений и земледелия в рамках адаптивного растениеводства. Объединение агробиоценологического и агрогеосистемологического подходов переводит на более высокий агрогеоэкосистемный методологический уровень познания сельскохозяйственных земель, первая страничка его воплощения перевёрнута на агроландшафтом стационаре "Губино" (ВНИИМЗ, ВИЗР). Много еще предстоит перевернуть таких страничек, прежде чем адаптивное растениеводство будет способно реально конкурировать с техногенным способом возделывания сельскохозяйственных культур. Представляется, что наука агробиоценология сыграет полезную роль в модернизации защиты растений, а агрогеоэкосистемология - в адаптивном растениеводстве в целом.

Бей-Биенко Г.Я. Состав и динамика биоценозов неосвоенных и вновь осваиваемых земель // Итоги научно-иссл. работ ВИЗР за 1935 год. Л., 1936, с. 75-76.

Бей-Биенко Г.Я. О некоторых закономерностях изменения фауны беспозвоночных при освоении целинной степи // Энтомолог. обозрение, 40, 4, 1961, с. 763-765.

Бейлин П.Г. Паразитизм и эпифитотииология (на примере паразитов из высших растений) /Сост. В.А.Парнес. М., 1986, 352 с.

Беляков В.Д. Проблема саморегуляции паразитарных систем и механизм развития эпидемического процесса // Вестник АМН СССР, 5, 1983, с. 3-9.

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.

Бородий С.А., Зубков А.Ф. Имитационно-статистическое моделирование биоценологических процессов в агроэкосистемах. ВИЗР, КострГАУ, СПбГАУ, СПб, 2001, 136 с.

Василевич В.И., Ипатов В.С. Некоторые черты структуры надорганизменных системных уровней. /Журнал общей биологии, 30, 6, 1969, с.643-651.

Вернадский В.И. Эволюция видов и живое вещество. /Природа, 1928, 3, с. 227-250.

Вернадский В.И. Об условиях появления жизни на Земле. /Изв.АН СССР, 5, Б-5, 1931, с. 633-653.

Власенко А.Н. Развитие научного земледелия Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2004, 4, с. 51-56.

Герасимов И.П. Учение о природных экосистемах (геоэкобиотах) как синтез ландшафтоведения и биогеоценологии в советской географической и биологической науках // Журнал общей биологии, 34, 5, 1973, с. 635-645.

Гиляров М.С. Биогеоценология и агроценология. Пушкино, 1980, 16 с.

Голубев С.В. Пауки как компонент агроэкосистем Каменной степи (ЦЧП). ВИЗР, СПб, 2006, 55 с.

Григорьева Т.Г. Особенности формирования вредной фауны на полях пшеницы и задачи защиты растений в целинных районах Северного Казахстана и Заволжья. /Труды ВЭО, 50, М.-Л., Наука, 1965, с. 5-56.

Долженко В.И., Новожилов К.В., Сухорученко Г.И., Тютюрев С.Л. Химическая защита растений в фитосанитарном оздоровлении агроэкосистем // Вестник защиты растений, 2011, 3, с. 3-12.

Жуков В.Н. Комплексная вредоносность сорняков полевого севооборота Каменной Степи (ЦЧП). ВИЗР, СПб-Пушкин, 2004, 87 с.

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, 2007, 3, с. 3-22.

Жученко А.А. Проблемы адаптации в современном сельском хозяйстве // Сельскохозяйственная биология, 1993, 5, с. 3-35.

Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М. Агрорус, 2008, т.1, 814 с.; 2009 т.2, 1098 с.; 2009 т.3, 958 с.

Знаменский А.В. Насекомые вредящие полеводству, часть 1. Вредители зерновых злаков. Тр. Полтавской сельскохоз. опытной станции. Полтава, 1926, вып. 50, 296 с.

Зубков А.Ф. Агробиоценологические аспекты защиты растений в Западной Сибири и некоторые принципы количественной характеристики агробиоценоза // Матер. к симпозиуму молодых ученых г.Новосибирска, посвященному 50-летию ВЛКСМ. Биология. Новосибирск, 1968, с.41-49.

Зубков А.Ф. Некоторые принципы количественной характеристики агробиоценоза // Энтомолог. обозрение, 1970, 49, 4, с. 717-728.

/Зубков А.Ф. Методические указания по оценке агробиоценологических связей с помощью путевого регрессионного анализа. Л., ВИЗР, 1973, 44 с.

Зубков А.Ф. Концепция ведения агробиоценологических исследований на агроэкологических стационарах. СПб, Пушкин, 1997, 22 с.

Зубков А.Ф. Структурная организация агробиоценоза и его место в эволюции живого // Сельскохозяйственная биология, 1992, 3 с. 23-35.

Зубков А.Ф. Агробиоценологическая фитосанитарная диагностика. ВИЗР, СПб, 1995, 386 с.

Зубков А.Ф. /Концепция ведения агробиоценологических исследований на агроэкологических стационарах. РАСХН, ВИЗР, СПб, Пушкин, 1997, 22 с.

Зубков А.Ф. Агробиоценология. ВИЗР, СПбГУ, СПб, 2000, 208 с.

Зубков А.Ф. Агробиоценология (Краткий курс). ВИЗР, СПб, 2005а, 76 с.

Зубков А.Ф. Агробиоценология как экспериментальный раздел биогеоценологии // Успехи современной биологии, 125, 3, 2005б, с. 247-259.

Зубков А.Ф. Становление и развитие агробиоценологии (I) // Вестник защиты растений, 2005в, 1, с. 3-17; 2005г, 2, с. 3-14; 2005д, 3, 26-38.

Зубков А.Ф. Программирование динамического земледелия // Сорта полевых культур в системе агроландшафтного земледелия (Селекция, семеноводство, технологии их возделывания). Каменная Степь, 2006, с. 117-120.

Зубков А.Ф. Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме. 1. От мониторинга динамики численности популяций видов к оценке биоценологических процессов в агроценозах // Вестник защиты растений, 2007а, 1, с. 3-17.

Зубков А.Ф. Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме. 2. Продукционные и деструкционные процессы в агроэкосистеме // Вестник защиты растений, 2007б, 2, с. 3-24.

Зубков А.Ф. Неадекватное использование терминов в защите растений //Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства, Материалы научной конференции, 2009, ВИЗР, СПб, с. 61-64.

Зубков А.Ф. Модернизация защиты растений. 1. Агроэкологическое направление защиты полевых культур // Вестник защиты растений, 2011а, 3, с. 13-37.

Зубков А.Ф. Естественный биометод в естественной агроэкосистеме // Информационный бюллетень ВПРС

МОББ. СПб, 2011б, 42, с. 83-88.

Зубков А.Ф., Лахидов А.И. Статистическая модель афидоценокомплексов агроэкосистем ЦЧЗ. СПб, 1999, 36 с.

Зубков А.Ф., Черкашин В.И. Реализация биоценологического подхода в фитосанитарном мониторинге. /Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. тр. Всероссийского съезда по защите растений (СПб, дек. 1995 г.). СПб, 1997, с. 176-178.

Зубков А.Ф., Шпанев А.М., Жуков В.Н. Комплексная вредоносность сорняков, вредителей и болезней культуры полевого севооборота Юго-Востока ЦЧП России (Агроэкологический стационар "Каменная Степь"). ВИЗР, СПб, 2005, 72 с.

Иванов Д.А. Ландшафтно-адаптивные системы земледелия (агроэкологические аспекты). Тверь, 2001, 304 с.

Иванов Д.А., Юдкин Л.Ю. (ВНИИМЗ), Родионова А.Е. (ТГСХА), Зубков А.Ф. (ВИЗР) // Агрорландшафтный стационар "Губино". ВНИИМЗ, ВИЗР, Тверь - С.-Петербург, 2005, 32 с. .

Карпачевский Л.О. Предисловие к русскому изданию // Сельскохозяйственные экосистемы, М., 1987, с. 5-7.

Киришин В.И. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. М., 1995, 81 с.

/В.И.Киришина, А.Н.Власенко (ред.). Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. СибНИИЗХим, Новосибирск, 2002, 388 с.

Киришин В.И. Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия (опубликовано 15.01.2010). <http://agrobiznes.ru/agro/551899>

Ковалев Н.Г., Родионова А.Е., Иванов Д.А. Адаптивные реакции сорных растений в посевах овса в зависимости от условий произрастания // Вестник защиты растений, 2004, 1, с. 3-10.

Лаптев А.Б. Фитосанитарная обстановка в условиях адаптивного земледелия в Каменной степи. Каменная степь - С.Петербург, 2003, 80 с.

Любищев А.А. К методике полевого учета сельскохозяйственных вредителей и эффективности мероприятий по борьбе с ними. /Ученые записки Ульяновского государственного педагогического института, 6. Ульяновск, 1955, с. 3-55.

Мантейфель Б.П. Экология поведения животных. М., Наука, 1980, 220 с.

Мейер Н.Ф. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми. М.-Л., 1937, 187 с.

Методика оценки экономических порогов вредоносности сорняков и целесообразности применения гербицидов. /Захаренко В.А. М., 1979, 38 с.

Наумов Н.А. Общий курс фитопатологии, 1926.

Наумов Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований, 1937.

Наумов Н.А. Болезни сельскохозяйственных растений. М.-Л., 1952, 664 с.

Новожилов К.В. Защита растений - фитосанитарная оптимизация растениеводства // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. трудов Всероссийского съезда по защите растений (Санкт-Петербург, декабрь 1995 г.), СПб, 1997, с. 35-45.

Новожилов К.В., Захаренко В.А., Вилкова Н.А., Во-

ронин К.Е. Эколого-биоценологическая концепция защиты растений в адаптивном земледелии // Сельскохозяйственная биология, 1993, 5, с. 54-62.

Новожилов К.В., Павлюшин В.А. Научные школы ВИЗР - истоки и развитие // Вестник заш. раст., 4, 2010, с. 3-22.

Одум Ю. Экология. М., 1968, 168 с.

Одум Ю. Основы экология. М., 1975, 740 с.

Одум Ю. Экология. М., 1986, т.1, 328 с., т.2, 378 с.

Одум Ю.П. Свойства агроэкосистем // Сельскохозяйственные экосистемы. М., 1987, с. 12-18.

Опыт изучения агроэкосистем в режиме агроэкологических стационаров. РАСХН, ВНИИМЗ, ВИЗР. Тверь - СПб, 2000, 96 с.

Павлюшин В.А. Агроэкологический подход в решении фундаментальных проблем по защите растений (к 80-летию ВИЗР) // Вестник защиты растений, 4, 2009, с. 3-8.

Павлюшин В.А. Проблемы фитосанитарного оздоровления агроэкосистем // Вестник защиты растений, 2011, 2, с. 3-8.

Парнес В.А. Исаак Григорьевич Бейлин (1883-1965). М., 1963, 160 с.

Родионова А.Е. Борьба с сорными растениями в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия. Тверь - СПб, 2002, 72 с.

Родионова А.Е., Иванов Д.А. Задачи, методика и результаты исследований сорно-полевой растительности стационара // Агрорландшафтный стационар "Губино" (ВНИИМЗ, г.Тверь). Тверь - Санкт-Петербург, 2005, с. 9-24.

Рымарь В.Т., Турусов В.И., Рымарь С.В., Свиридов А.К., Зубков А.Ф. Агробиологические особенности размещения полевых культур в севооборотах Юго-Востока ЦЧЗ. НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева, ВИЗР, Каменная Степь - СПб, 2006, 72 с.

Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах // Новосибирск, 1978, 320 с.

Степанов К.М. Грибные эпифитотии. Введение в общую эпифитотологию грибных болезней растений. М., Сельхозиздат, 1962, 472 с.

Степанов К.М. К истории исследования по прогнозу болезней растений в СССР // 50 лет на страже продовольственной безопасности страны. Юбилейный сборник трудов, ВНИИФ, Старые Вяземы, 2008, с. 19-27.

/Субикина Н.С., Никитин П.И. Фитосанитарная ситуация в Северо-восточном крае Ленинградской области. ВИЗР, СПб, 2006, 64 с.

Сукачев В.Н. Идеи развития в фитоценологии // Советская ботаника, 1-3, 1942, с. 5-17.

Сукачев В.Н. Основы теории биогеоценологии. /Юбилейный сборник, посвященный тридцатилетию Великой Октябрьской социалистической революции, 2. М.-Л., Наука, 1947, с.283-305.

Сукачев В.Н. О соотношении понятий географический ландшафт и биогеоценоз // Вопросы географии, 16, м., 1949, с. 45-60.

Сукачев В.Н. Биогеоценоз // БСЭ, 2-е изд., 1950, с. 180-181.

Сукачев В.Н. Некоторые общие теоретические вопросы фитоценологии // Вопросы ботаники, 1. М.-Л., 1954, с. 291-309.

Сукачев В.Н. О некоторых современных проблемах

изучения растительного покрова. /Ботанический журнал, 41, 4, 1956, с.476-486.

Сукачев В.Н. Соотношение понятий биогеоценоз, экосистема и фация // Почвоведение, 6, 1960, с. 1-10.

Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. М., 1964, с. 5-49.

Сукачев В.Н. Основные современные проблемы биоценологии //Журнал общей биологии, 26, 3, 1965, с. 249-260.

Танский В.И. Биологические основы вредоносности насекомых. М., 1988, 183 с.

Танский В.И., Зубков А.Ф., Соколов И.М. и др. Развитие агробиологических исследований в ВИЗР // Сб. науч. тр. ВИЗР, СПб, 1999, с.55-63.

Танский В.И. Саморегулируемые агробиоценозы. ВИЗР, СПб, 2010, 68 с.

Титлянова А.А., Кирюшин В.И., Охинько И.П. и др., Круговорот углерода и азота в агроценозах на южных черноземах Казахстана // Изв. СО АН СССР, сер. биол. наук, 1979, 15, 3, с. 23-29.

Тюрюканов А.Н. Биосфера и витасфера Земли и биогеоценозы // Биосфера и человек. М., 1975, с. 33-40.

Хохлов Г.Н., Жарина Н.Л., Вяземская Е.О., Степанова И.В., Марченко Е.В. Фитосанитарный мониторинг sukcesсий агроценозов на радиоактивно загрязненных территориях в зоне Чернобыльской АЭС // Вестник защиты

растений, 2011, 1, с. 56-68.

Шпанев А.М. Биоценологическая характеристика покровов проса Юго-Востока ЦЧП. СПб, 2005, 100 с.

Шпанев А.М. Биоценологическая характеристика агроэкосистемы стационара НИИСХ ЦЧП им.В.В.Докучаева // Агробиоценологическое обоснование модернизации защиты полевых культур. ВИЗР, СПб, 2010, с. 50-68.

Шпанев А.М., Голубев С.В. Биоценоз озимых зерновых культур (Юго-Восток ЦЧЗ). ВИЗР, СПб, 2008, с. 284 с.

Шпанев А.М., Голубев С.В. Биоценоз горохового поля в Каменной степи (Юго-Восток ЦЧЗ). ВИЗР, СПб, 2009, с. 144 с.

Шпанев А.М., Голубев С.В. Агробиоценоз яровых зерновых культур (Юго-Восток ЦЧЗ). ВИЗР, СПб, 2010, 124 с.

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, 2007, 4, с. 3-25.

Щеголев В.Н., Знаменский А.В., Бей-Биенко Г.Я. Насекомые вредящие полевым культурам. ВИЗР, М.-Л., 1934, с. 464.

Ячевский А.А. Основы микологии. Ленинград, 1933, 1037 с.

## MODERNIZATION OF PLANT PROTECTION. 2. AGROBIOLOGICAL ECOSYSTEM DIRECTION IN PROTECTION OF FIELD CULTURES

A.F.Zubkov

The agrobiocenology was based in 1995-2005 on the concept of organizational-spatial structure of a field biogeocenosis (complete agroecosystem) formed on the territory of at least field crop rotation rather than on one field (agrocenosis) (Zubkov, 1970, 2005). The theory was recently supplemented with a concept of the functional organization of an agrobiogeocenosis (with self-control of its biocenotic processes) (Zubkov, 2007a, 2007b). A new rank classification concept "agrogeoecosystem" (higher than agroecosystem) is proposed as a part of agrolandscape association (a field part of rural landscape). Agrobiological ecosystem direction is considered the creative approach to studying field lands and to modernization of plant protection and agriculture systems.

*Keywords:* *agrogeoecosystem, agrobiocenology, agrogeosystemology, agrolandscape association, agrobiogeocenosis, complete agroecosystem, biocenotic process, functional structure, agrocenoconsortium.*

А.Ф.Зубков, д.б.н., профессор,  
kovzub@mail.ru

УДК 633.15.632.484.11

## ПУЗЫРЧАТАЯ ГОЛОВНЯ КУКУРУЗЫ: ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ БОЛЕЗНИ И ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ (УТОЧНЕНИЕ ПАРАДИГМЫ)

В.Г. Иващенко

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Приведены данные литературы и автора об этиологии пузырчатой головни *Ustilago maydis* DC. (Cda.), биоэкологии возбудителя, инфекционном процессе и природе устойчивости к возбудителю болезни. Рассмотрены отношения в простой (растение-хозяин - паразит) и сопряженной (растение-хозяин - фитофаг - паразит) системах, динамика болезни. Показано функционирование двух типов патосистемы: локально-раневой (кукуруза - фитофаги - фитопатоген) и множественно-локальной (кукуруза - фитопатоген). Обсуждаются принципы мониторинга, варианты скрининга и типы устойчивости кукурузы к вредным организмам, возможности снижения распространенности головни посредством регуляции численности фитофагов на уровне трехвидовой системы организмов с ориентацией на использование биометода.

*Ключевые слова:* кукуруза, *Ustilago maydis*, этиология болезни, шведские мухи, кукурузный мотылек, хлопковая совка, устойчивость к вредным организмам.

Пузырчатая головня кукурузы - *Ustilago maydis* DC. (Cda.) относится к группе широко распространенных в мире болезней, вызывающих недобор 1-6% урожая, но в бессменной культуре или в отдельные годы становящихся весьма вредоносными (пыльная и пузырчатая головня, фузариоз початков, ржавчина). В СССР болезнь была распространена повсеместно, сильнее на юге европейской части - в районах с неустойчивым или недостаточным увлажнением. В 1960-е годы пораженность растений составляла: в степной зоне Украины 12-19%, на Кубани и в ЦЧО - значительно ниже (Немлиенко, 1957). В отдельные годы степень поражения посевов кукурузы в Крыму достигала 20-40% (Тихонов, Тихонов, 1960), на юге Украины - 71% (Ключко и др., 1976), в Молдавии - 25-40% (Юрку и др., 1982), в Приморском крае - 60-75% (Азбукина, 1962). С ростом в 60-е годы площадей посева кукурузы на зерно, силос и зеленый корм до 18-20 млн га расширился и ареал пузырчатой головни. Болезнь отмечалась в Московской (до 30%) и Ленинградской области (единично), зарегистрирована также в Татарии и Башкортостане, Псковской, Новгородской, Калининградской, Рязанской, Ярославской, Горьковской, Кировской, Челябинской, Омской, Новосибирской областях, в северных районах Дальнего Востока (Калашников, Шапиро, 1962).

Распространенность и вредоносность болезни сильно варьируют в зависимости от устойчивости гибрида (сорта), агротех-

ники выращивания и климатических условий. Заражение различных органов (особенно апекса побега) на ранних этапах органогенеза в целом более вредоносно, чем стебля в период выдвижения метелок или несформировавшегося початка. Однако при заражении початков могут сформироваться наиболее крупные галлы (до 15 см), приводящие к бесплодию растений (Войтович, 1958; Кобелева, Бляндур, 1977).

Установлено (Немлиенко, 1957), что при естественном поражении растений крупные галлы снижают урожай в среднем на 60% и больше, галлы средней величины - на 25%, небольшие вздутия - на 10%. Согласно полученным в США (Immer, Christensen, 1928), а позже на юге Украины (Ключко и др., 1976) данным, усредненная вредоносность составляет 25.0-26.5 и 20.3% соответственно.

*U. maydis* поражает только кукурузу и ее ближайших родственников - виды теосинте (*Euchlaena mexicana*, *E. perennis*), в России не произрастающих, что позволяет рассматривать процесс накопления и сохранения инфекции исключительно в связи с сортоустойчивостью, технологией возделывания и защиты кукурузы.

Одна из причин появления данной статьи - необходимость обсуждения появившихся в литературе биоэкологической направленности терминологических неточностей, умозрительных прогнозов фитосанитарной ситуации и обусловленных ими приемов защиты кукурузы, проистекающих из неудачного исполь-



зования данных, поверхностного анализа последствий различных способов воспроизведения болезни, недостаточной изученности ее этиологии и эпифитотического процесса.

Примеры некоторых спорных заключений и ошибочных рекомендаций, появившихся в течение двух последних десятилетий, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Выдержки из научной, учебной, научно-популярной литературы и рекомендаций по защите растений

Заключения и рекомендации	Литература	Размещено на:
Заражение растений происходит в течение всего вегетационного периода	Сельскохозяйственный практикум, статьи на тему растениеводства	selhozrabota.ru/archives/308 время цит.23.01.2011г.
Наиболее высокая их восприимчивость к болезни наблюдается в период от выбрасывания метелок до молочной спелости. За период вегетации кукурузы грибок может дать 3-5 поколений, чем и объясняется сильное проявление заболевания к началу уборки урожая.	М.Пиковский, к.б.н., Н.Кирик, д.б.н., А.Вердыш НУБиП Ук-раины. Овощеводство (Украинский журнал для профессионалов, 2010, 12.	Ovoschevodstvo.com
Заражение кукурузы может происходить также в период прорастания семян. В случае заболевания проростка эта болезнь особенно вредоносна, так как происходит общее заражение всего растения.	Библиотека по агрономии © Злыгостев А.С., подборка материалов, оцифровка, статьи, оформление, разработка ПО 2001-2011	http://agrolib.ru/ "AgroLib.ru:
Опрыскивание кукурузы фунгицидом Байлетоном (25% с.п. - по 0,5 кг/га) в фазу цветения початков от пузырчатой головни, корневой гнили и фузариоза	Курсовая работа на тему: «Разработка технологии производства зерна кукурузы в Краснодарском крае урожайностью 5 т/га», Москва-2010 г	http://www.allbest.ru/ Учебная программа
Для защиты растений от пузырчатой головни, корневой гнили и фузариоза наряду с протравливанием семян применяют и опрыскивание посева азоценом, 25% с.п. - 0,5 кг/га или байлетоном, 25% с.п. - по 0,5 кг/га в фазу цветения початков .	Информационные технологии в АПК. Адептис ©, 2009	Сайт ЗАО АдептИС http://www.agrisoft.ru (Россия, г. Воронеж).
Однократная обработка посевов кукурузы (в фазе выбрасывания нитей початка) байлетоном и привентом с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га снижают количество пораженных растений пузырчатой головней, гельминтоспориозом, гнилями початков и стеблей, фузариозом.	© 2011 ООО НПО «РосАгроХим»	
То же	ООО НПО «РосАгроХим»	E-mail: info@ros-agrochim.ru skype: rosagrochim
Протравливание семян решает проблему лишь семенной инфекции, так как заражение возможно и в более поздние фазы	© 2010 Syngenta ООО «Агропартнер Трейд» Copyright © 2010	http://agropartnertrade.ru/?page_id=5

Цель работы - анализ сложившейся парадигмы и попытка интерпретации ряда ее положений (в т.ч. и приведенных в таблице 1) с учетом данных литературы и автора. Для достижения поставленной цели целесообразно

кратко рассмотреть биоэкологию *U. maydis* и специфику отношений гриба с питающим растением, опираясь на которые может быть повышена биоэкологическая обоснованность выбора мер защиты и их экологичность.

### Результаты исследований

**Биоэкология.** Этиологии пузырчатой головни посвящены многочисленные исследования, начало которых относится к последней четверти 19 века (Breffeld, 1895; Hitchcock, Norton, 1896), а их интенсификация - к первой половине 20 века, когда в значительной мере были изучены биология, физиологическая специализация и природа устойчивости кукурузы к *U. maydis* (Garber,

Quisenberry, 1925; Immer, 1927; Christensen, 1930).

Согласно обзорной информации И.В.Каратыгина (1981) *U. maydis* - наиболее полно изученный в генетическом отношении вид головневых грибов: составлена его генетическая карта, изучены многие молекулярные механизмы паразитизма, на нем разработана наиболее плодотворная идея

молекулярной генетики - гипотеза молекулярных механизмов рекомбинации (Holiday, 1961), расшифрована генетическая система, контролирующая половой процесс посредством двух локусов «по полу» - «a» и «b». Из них «a» имеет 2 аллели и контролирует только слияние споридий, «b» - имеет множество аллелей и регулирует образование дикариона, его стабильность и кариогамиию.

*U. maydis* - тетраполярный вид со множественно-тетраполярным гетероталлизмом, у которого заражение растения и завершение цикла развития гриба вызывают только споридии, различающиеся одновременно по «a» и «b» аллелям (Rowell, De Vay, 1954; Holiday, 1961). Показан низкий уровень дифференциации среди популяций *U. maydis* в отношении локуса b- типа спаривания, что не исключает модели нейтральной эволюции (Zambino et al., 1997).

Многолетними исследованиями биологии и генетической структуры популяций *U. maydis* была доказана нестабильность физиологических рас гриба, обусловленная сильной его изменчивостью по морфологическим, культуральным признакам и патогенности (Stakman, Tyler, Hafstad et al., 1935; Кузнецов, 1963; Каратыгин, 1968). Новые биотипы (и их совместимые пары - миксобиотипы) гриба могут возникать в результате мутаций в гаплоидной, диплоидной и дикариотической фазах (Каратыгин, 1969).

Наличие генетической системы половой несовместимости мицелия из споридий одного типа спаривания препятствует инбридингу в популяции патогена, обес-печивая тем самым аутбридинг (Кузнецов, 1963; Салунская, 1969; Barnes et al., 2004).

Способность мутировать по самым различным признакам, в т.ч. и по вирулентности, характеризует уникальность *U. maydis* среди головневых грибов, чрезвычайную пластичность его генетической системы. Эти признаки, наряду с огромной плодовитостью гриба и нестабильностью его физиологических рас, изначально обусловили методические трудности в селекции на устойчивость к патогену, а также при осуществлении защитных мероприятий.

*U. maydis* относится к теплолюбивым видам, телиоспоры которого начинают прорастать при 0-5°C и не прорастают выше

35°C (Hutting, 1931). После 4-х лет хранения телиоспор в лабораторных условиях 24% их сохраняли всхожесть, но при естественном распылении в период уборки урожая они теряли всхожесть на 75% к началу лета. Отмирание телиоспор происходит только после достаточного увлажнения и увеличивается с глубиной заделки в почву. Показано, что в средней полосе РФ телиоспоры сохраняются в почве более 11 месяцев (Кузнецов, 1963), а в галлах - до 2-х лет и более.

Оптимум для формирования галлов составляет 20-25°C (Schmitt, 1940). Свежесозревшие телиоспоры легко прорастают, но через 1-2 месяца их всхожесть снижается, часто до 50% (Немлиенко, 1957).

Телиоспоры не теряют всхожесть, пройдя через пищеварительный тракт животных. Они разносятся на большие расстояния вместе с пылью, прорастают обычно в местах скопления при наличии влаги (осадки, росы): первоначально в воронке листьев, после цветения - в пазухах листьев, а после ночных рос - на других частях кукурузы. Наступление жаркой сухой погоды особенно благоприятно для прорастания телиоспор, споридий и для внедрения в покровную ткань растения (kls13@cornell.edu).

Сообщалось (Борггардт, 1932; Ульянищев, 1952), что переносить телиоспоры пузырчатой головни с растения на растение могут насекомые. Так, с наростами пузырчатой головни кукурузы и головни сорных просовидных злаков связан жизненный цикл личинок *Phalaelurus politus*, питающихся спорами гриба *U. maydis* (Boving, Graighead, 1931).

Согласно данным O.Walter (1934) заражение *U. maydis* происходит путем внедрения инфекционной гифы, образовавшейся из споридий или непосредственно из телиоспоры, причем второй вариант проникновения имеет большее распространение. Этот факт, как отмечает Ф.Е.Немлиенко (1957), представляет большой интерес, поскольку гриб может обходиться минимумом влаги, которой могло бы не хватить для образования базидиоспор, но которой достаточно для прорастания телиоспор. Установлено, что распространенность головни, учитываемую однократно по ее видимым проявлениям, необходимо до-

полнять повторными учетами к периоду созревания (Davis, 1936), поскольку многие поражения нижних початков не видны вследствие их укрытия обертками. Приведенные оригинальные данные об увеличении в 2-3 раза числа пораженных растений с возрастом могут служить показателем наличия инфекции в латентном состоянии и возможности ее проявления в форме галлов на узлах стебля.

Обширная информация о причинах периодического роста распространения болезни может быть сведена к трем основ-

ным положениям: заделка галлов головки в почву снижает частоту встречаемости болезни и степень поражения растений; в засушливые и дождливые сезоны распространенность болезни ниже, ее увеличение связано с частыми сменами засушливых условий кратковременными осадками; поранения, наносимые почвообрабатывающими орудиями, насекомыми (шведские мухи, кукурузный мотылек, хлопковая совка), птицами и градом способствуют увеличению распространенности головки (табл. 2).

Таблица 2. Основные факторы, изучаемые в связи с возникновением пузырчатой головки кукурузы

Факторы	Объект и характер влияния	Причина	Результат	Источник информации
<u>Агротехника, технология</u>				
Резкая смена обеспеченности растений влагой	Нарушает нормальный ход физиологических процессов	Ослабляет сопротивляемость растений к болезни и создает	Увеличение поражаемости	Немлиенко, 1957
Органические удобрения, остающиеся незапаханными в почву; обильно удобренная почва	Сохранение инфекционного начала в осенне-зимний период	Усиление инфекционного фона; удлинение периода рассеивания и заsporения растений	Способствуют распространению болезни	(kls13@cornell.edu, HTML-версия документа от 22.09.2011; Югенхеймер, 1979)
<u>Экологические факторы</u>				
Количество осадков в период выдвигание метелок - молочная спелость зерна; сухая ветреная погода в конце весны - начале лета	Лучшее прорастание телиоспор, почкование споридий	Улучшение условий для инфицирования	Увеличение распространения и степени поражения	Кобелева, Бляндур, 1977;  Югенхеймер (1979)
<u>Антропогенные (с.-х. орудия, технологии гибридизации)</u>				
Гербициды	Нарушение метаболизма растений	Возникновение патологий роста и развития при нарушении регламента прим.	Увеличение распространения болезни	Югенхеймер, 1979; Иващенко, 1983; Cabanettes, 1986; Дудка и др., 1988
<u>Насекомые, птицы</u>				
Phalaeus politus Шведская муха Кукурузный мотылек, Хлопковая совка	Питание телиоспорами, их перенос; перенос телиоспор, и контаминация растений при питании	Питание телиоспорами U. maydis; Поранения, перенос инфекции, контаминация	Увеличение распространения и степени поражения	Boving, Graighead, 1931; Боргардт, 1932; Ульянцев, 1952; Иващенко, 1992; Иващенко, Сотченко, 2002

Известно, что в период наступления засухи (и при частой смене периодов увлажнения засушливыми) снижается тургорность тканей листовой воронки (как проявление структурного иммунитета, что способствует затеканию инфекционного начала, сформировавшегося ранее в период достаточного увлажнения). Установлено также, что вариация погодных условий статистически достоверно связана с поздней эмбриональной смертностью яиц куку-

рузного мотылька. Она существенно снижается в период развития первой генерации в условиях повышенной влажности воздуха ( $r=-0.77$ ), а второй - при повышении влажности воздуха ( $r=-0.71$ ) и увеличении количества осадков ( $r=-0.85$ ). С влажностью воздуха ( $r=-0.90$ ) и суммой выпавших осадков оказалась связанной и ранняя эмбриональная смертность яиц второго поколения (Фролов, Малыш, 2004).

Влияние влаги многогранно, но анализ

простых взаимосвязей ведет лишь к констатации, реже - выявлению тенденции, тогда как при анализе взаимодействий патогенов и фитофагов - к получению конечных, четко проявляемых результатов, оцениваемых в показателях вредоносности. В перечне рассмотренных факторов обязательно агротехнологические приемы возделывания растений, но в значительной

мере контролируемы лишь раневые инфекции, что требует сравнительного рассмотрения отношений как в системе растение-хозяин - патоген, так и в системе растение-хозяин - фитофаг - патоген с целью выявления ключевых звеньев, определяющих наибольшую эффективность сдерживания распространения болезни, ее развития и вредоносности.

## I. Отношения в системе растение-хозяин - патоген

**Проникновение *U. maydis*.** Согласно данным О.Вальтер (1934) заражение происходит путем внедрения инфекционной гифы, образовавшейся из споридий или непосредственно из телиоспоры, причем второй вариант проникновения имеет большее распространение.

Проникшая в клетку гифа образует тонкий нитевидный мицелий. Слияние тонких гиф от двух разнополюх особей (+ и -) дает начало образованию двухъядерных толстых узловатых внутриклеточных гиф, пронизывающих клетки в разных направлениях (Mundkur, 1949). Споридии, как отмечает И.В.Каратыгин (1981), прорастают незначительным первичным мицелием, распространяющимся обычно лишь в клетках эпидермиса инфицируемого растения. Гифы от прорастающих телиоспор толще (3-4 мкм), чем споридий (2-3 мкм), они распространяются по поверхности кутикулы на расстояние 90-110 мкм и более, прежде чем происходит формирование аппрессориев и последующее внедрение мицелия гриба в ткани кукурузы, причем происходит оно без четко выраженной специализации по типам клеток, и мицелий может распространяться на незначительное расстояние по направлению к меристематическим тканям. Это меристемы боковых вегетативных почек и адвентивных корней, рудиментарных початков, интеркалярная меристема осевых органов, клетки апекса стебля, меристемы листьев, флоральные меристемы, в частности меристемы формирующихся зерновок, а также зона интеркалярного роста листа. Заражение в природных условиях обычно осуществляется сразу несколькими прорастающими телиоспорами, расположенными на поверхности слабо дифференцированных тканей. При этом одна часть телиоспор прорастает с образованием дикариотического мицелия, другая

- с образованием споридий.

Между дикариотическими мицелиями нередки анастомозы (Каратыгин, 1968; Mills, Kotze, 1981).

**Колонизация.** Особенности колонизации кукурузы *U. maydis* достаточно подробно описаны (Davis, 1936). Показано, что кукуруза восприимчива к инфекции от периода формирования первого листа до формирования пыльцы в пыльниках, то есть при наличии доступных для инфицирования меристем. При искусственном заражении восприимчивых сортов возбудитель способен проникать в клетки коры корня, но локально, и обнаруживается лишь посредством микроскопии (Sabbagh et al., 2006). Возбудитель внедряется в основном через формирующиеся генеративные органы, почки, молодые листья, но не способен инфицировать проросток через неповрежденный колеоптиль, поэтому в естественных условиях поражение возбудителем всходов отмечается крайне редко. Инфицирование часто происходит в стадии «листовой розетки», когда растение достигает высоты 30-100 см. Г. Дэвис (1936) считает, что при заражении початков споры проникают между неплотно прижатыми листовыми обертками в начале процесса опыления, но внедрение мицелия через рыльца не происходит. Наиболее восприимчива кукуруза за 10-14 дней до выдвигания метелок, когда меристемы конусов нарастания наиболее открыты и доступны для инфекции. Эти особенности места и способа заражения кукурузы отличают *U. maydis* от других головневых грибов. Обычно на растении, имеющем галл головки, удается выявить мицелий в различных участках, что является следствием неоднократной инфекции растения в его онтогенезе. Характер распределения мицелия гриба по растению можно оценить как множественно-локальный, причем мицелий способен сохра-

няться латентно в пазушных почках (Davis, 1936).

В опытах с искусственным заражением трехдневных проростков установлено (Михалевская, 1967), что в зараженных растениях мицелий гриба был распространен довольно широко, пронизывая участки тканей различных надземных органов, но лишь на незначительной их части наблюдался рост галлов. Причем распространение мицелия по тканям больного растения не было сплошным. Участки тканей, инфицированные паразитом, но не давшие галлового роста, практически ничем не отличались от здоровых. Это подтверждено и более поздними исследованиями (Martinez-Espinoza et al., 2003). У 95% инфицированных растений мицелий содержался в листовой пластинке первого листа, но галлы на ней формировались очень редко, лишь в 14% случаев. Почти половина (45%) инфицированных проростков содержали мицелий в мезокотиле, но образования галлов на мезокотиле не отмечено. Отсутствие галлов на мезокотиле подтверждает и Н.И.Салунская (1964). Высокую устойчивость против галлообразования тканей мезокотиле и первого листа авторы связывают с их возрастным состоянием (более старыми в период инокуляции). Далее автор приходит к заключению, что поражение проростков *U. maydis* не может быть квалифицировано ни как диффузное, ни как локальное (Михалевская, 1967). Исследования других авторов (Walter, 1935; Davis, 1936; Scurti, 1950; Борисенко, 1954; Мещерякова, 1959) также позволяют судить о наличии мицелия гриба в тканях взрослых растений далеко за пределами галлов.

Данные о распространении мицелия *U. maydis* в тканях кукурузы приводятся в ряде монографий (Немлиенко, 1957; Christensen, 1963; Каратыгин, 1981) и многочисленных публикациях. Подавляющее большинство исследователей считает пузырчатую головню типично локальным заболеванием, а описание "тотального" заражения проростков, "шнуры" на жилках листьев и другие симптомы - следствием первичной множественной инфекции.

**Галлогенез.** Строение патологически измененных тканей кукурузы, пораженной *U. maydis*, изучалось в связи с существовавшей ранее точкой зрения, что мицелий

гриба не вызывает изменений в первой стадии жизни растений, только с возрастом появляются и быстро прогрессируют желваки головни вследствие гиперпластического и гипертрофического действия мицелия гриба. Патогистологическими исследованиями (Davis, 1936) установлено, что во вновь образующихся группах молодых клеток, появляющихся в периферической зоне основной паренхимы стеблей и листьев, отсутствует мицелий. Галл разрастается вследствие образования новых групп очень молодых клеток, имеющих тонкую клеточную стенку и обилие протоплазмы. Спустя некоторое время образуется мицелий, который пронизывает всю галловую ткань. Характер роста мицелия в галлах отличается от такового в морфологически нормальных тканях тем, что формируются крупные гроздевидные его скопления. В дальнейшем гифы сегментируются, и из отдельных сегментов формируются телиоспоры.

Работами И.В.Каратыгина (1971, 1981) показано, что спорогенный мицелий скапливается, как правило, в межклетниках инфицированных тканей, где и начинается формирование сорусов. Установлено (Davis, 1936), что внешне здоровые растения часто могут быть инфицированными в одном или многих местах и продуцировать галлы только при определенных условиях, во многих случаях совсем не обнаруживая признаков заболевания. Это подтверждено и другими исследователями (Михалевская, 1967; Каратыгин, 1981).

Изучение проблемы галлогенеза привело к заключению, что скорость роста вздутий зависит от места, условий погоды и, возможно, степени устойчивости растения-хозяина (Scurti, 1950; Christensen, 1963). Наиболее быстро вздутия растут на початках, где прирост их, особенно перед созреванием, может достигать в сутки 4 см в диаметре. Вздутия на листьях и метелках увеличиваются очень медленно (Немлиенко, 1957).

Характерной особенностью патогенеза болезни является увеличение транспирации и снижение содержания сахаров в стебле при поражении различных органов (Hard-Karrer, 1926; Сиденко, Сотула, 1975). При этом, вследствие возрастания вдвое темпов накопления сухого вещества в патологически растущих тканях, на конусе нарастания стебля закладывается меньшее

количество зачатков листьев, а рост последних подавляется (Михалевская, 1975).

**Особенности проявления болезни.** О том, что кукуруза наиболее восприимчива к *U. maydis*, когда ее высота достигнет фута (30.5 см), известно еще из работ О.Брефельда (Brefeld, 1895) и других авторов (Клинтон, Хичкок, Нортон, 1896; Платц, 1929). О.А.Платц (1929) было показано, что галлы на узлах стебля редко появляются на кукурузе в первые 70-80 дней от посева или 40 дней после стадии дифференциации. В большом количестве растения начинают поражаться примерно через 40-45 дней после всходов, то есть за 20-25 дней до выдвижения метелок.

В опытах с искусственным заражением кукурузы *U. maydis* Ф.Е.Немлиенко (1957) отмечал, что заметное невооруженным глазом головневое пятнышко образуется через 8-12 дней, а зрелое вздутие с вполне жизнеспособными спорами - через 20-24 дня. Сходные результаты получены другими авторами, отмечавшими первые симптомы заболевания через 2-3 недели, а продолжительность периода от начала образования галлов до созревания в них спор - от 7-15 дней до 2-3 недель (Каратыгин, 1971; Слепня, Каратыгин, 1973, 1976). Показано, что при инокуляции трехдневных проростков (вакуум-метод) галлы появлялись на листьях и стеблях на 5-7 день после заражения (Михалевская, 1967).

И.В.Каратыгин (1981) отмечал, что созревшие телиоспоры способны прорастать и вызывать новое заражение, но считал, что в условиях большей части территории СССР значение этой вторичной инфекции невелико.

Таким образом, в зависимости от времени и способа проникновения гриба (внедрения инфекционной гифы, введения телиоспор, споридий при инокуляции, контаминации при повреждениях тканей кукурузы) латентный период может длиться от 7 до 70 дней. В этой связи следует процитировать предположение Ф.Е. Немлиенко (1957) о том, что при искусственном заражении «гриб на растении способен пройти за вегетацию до 3-4 пассажей», которое нередко воспринималось как аксиома, особенно представителями торгующих пестицидами фирм, пришедших к необходимости

обработок от головни в период цветения кукурузы (см. табл. 1).

**Устойчивость кукурузы к *U. maydis* и принципы отбора.** Природу устойчивости к головне изучали фитопатологи, физиологи, биохимики, селекционеры и генетики. Были определены 3 типа устойчивости: к нападению (Kyle, 1929), внедрению и распространению в тканях (Brefeld, 1895; Walter, 1934). Наиболее ранняя классификация, предложенная М.Миддендорф (1958), включала расшифровку этих форм устойчивости:

1 - устойчивость к нападению - укорочение восприимчивой фазы развития растений и проявление защитного действия некоторых морфологических особенностей, на что обращал внимание С.Н.Киле (1920);

2 - устойчивость к внедрению, что было уже давно установлено в работах классика микологии О.Брефельда (1895) и Ж.М.Вальтера (1934). Гриб может преодолеть только мягкий, слабо кутинизированный эпидермис;

3 - устойчивость к распространению - ограничение к распространению паразита в тканях зараженного растения, что большинство исследователей называет физиологической устойчивостью.

В дальнейшем Ф.Е.Немлиенко, И.Е.Сиденко (1969) объединили первую и вторую формы под термином "структурная", или "механическая" устойчивость, третью сохранили как физиологическую устойчивость, предложив выявлять структурную устойчивость на естественных и провокационных фонах, а физиологическую - при искусственном введении телиоспор к тканям, способным заражаться. Кроме того, было предложено учитывать проявления возрастной и органотропной устойчивости (Салунская, 1962; Немлиенко, Кулик, 1962; Немлиенко, Сиденко, 1967; Гешеле, Иващенко, 1973). Эти методические подходы широко используются в селекционных учреждениях России (и ранее в СССР). Описано немало других принципиально сходных классификаций, используемых в разных странах.

Сравнительное изучение нескольких предложенных ранее методов инокуляции (Чекалин, 1961; Немлиенко, Сиденко, 1967; Немлиенко и др., 1969) привело нас к заключению: 1) органотропные проявления устойчивости у линий коррелятивно не

связаны; 2) 100% поражение початков, достигаемое у образцов, инокулированных на 2-3 день, и проявление различий на 7-й день после появления рылец (как предложено ВНИИ кукурузы, 1980) являются лишь свидетельством различного по продолжительности периода восприимчивости (Иващенко, 1992).

Важно также отметить, что пораженность початков достигала 100% у материала, прошедшего длительное изучение при негативном отборе. Показано, что инъекция в початок приводит к 4-7-кратному (Чернобай, 1986; Иващенко, 1992) увеличению пораженности, причем многими авторами отмечается преимущественное несовпадение показателей общей и физиологической устойчивости, то есть несравнимость данных, полученных на естественных и искусственных фонах.

Работами второй половины XX века были расширены представления о биологии *U. maydis*, этиологии и патогенезе болезни, методических основах селекции на устойчивость и путях защиты от патогена (Stakman, Christensen, 1953; Немлиенко, 1957; Кузнецов, 1963; Christensen, 1963). Дальнейшими исследованиями биологии и генетической структуры популяций *U. maydis* подтверждена нестабильность физиологических рас гриба, обусловленная сильной изменчивостью по морфологическим, культуральным признакам и патогенности (Stakman, Tyler, Hafstad et al., 1935; Кузнецов, 1963; Каратыгин, 1968; Юрку, Лазу, 1987). Из последующих работ необходимо отметить 2 монографии (Каратыгин, 1981; Юрку, Лазу, 1987).

Установление гетерозиготности сортов по генам устойчивости (Garber, Quisenberry, 1925) и полигенной природы структурной и физиологической устойчивости (Immer, 1927; Munteanu et al., 1969; Wojanowski, 1969) было использовано для получения устойчивых линий при инбридинге сортов и популяций, а также для ин-

теграции линий с устойчивостью разного типа в генотипе гибрида. С учетом этих особенностей биологии была признана целесообразной селекция кукурузы на расоспецифический тип устойчивости, что позволило избежать в дальнейшем обезличивания исходного материала и обеспечило длительную устойчивость отобранных линий и гибридов к различным экологическим популяциям возбудителя (Расселл, 1982). Ранее нами показано, что ряд американских линий кукурузы, устойчивых к *U. maydis* в США, проявили устойчивость и к экологическим популяциям возбудителя на юге УССР (Иващенко, 1977).

Известно, что ограничивают заражение структурные (механические) преграды (плотное укрытие конуса нарастания листовой трубкой, плотное прилегание листовых влагалищ стебля, хорошее укрытие початка оберткой), тургорное состояние тканей, укороченность фазы восприимчивости отдельных органов, устойчивость к повреждению насекомыми, фитонцидность тканей и проявление активных физиологических реакций защитного характера. К этому перечню защитных особенностей следует добавить, что восприимчивы только молодые ткани, то есть имеется возрастная устойчивость.

Показано (Гешеле, Иващенко, 1973), что генетику устойчивости, как сложного признака, необходимо изучать дифференцированно по проявлению каждого защитного механизма в отдельности. Вместе с тем информация о поражаемости кукурузы *U. maydis* (Jones, 1918; Immer, Christensen, 1931, 1942; Немлиенко, 1957; Чекалин, 1961; Немлиенко, Кулик, 1965; Vozdova, 1965; Рюмина, 1970), полученная на основе естественного поражения, связана со многими, но неидентифицированными четко факторами, а при искусственном заражении в початок или в воронку листьев позволяет охарактеризовать роль и выявить наследование лишь отдельных защитных механизмов.

## II. Отношения в системе растение-хозяин - фитофаги - патоген

Общеизвестно, что нарушение вредителями целостности покровных тканей способствует проникновению в них грибов и бактерий. Связь фитофаг-возбудитель болезни может быть не только случайной, но и постоянной, как это имеет место при

распространении вирусов. Через механические повреждения чаще проникают грибы, вызывающие корневые гнили, болезни увядания и т.д. Поэтому их часто называют раневыми паразитами. Считалось, что облигатные паразиты и факультативные са-

протрофы проникают в растение преимущественно через покровную ткань и естественные ходы.

Ряд авторов, отмечая зависимость развития болезни от множества факторов, относят к их числу шведских мух и кукурузного мотылька (Jenkins, 1929; Чернецкая, 1932; Haenseller, Papper, 1944; Christensen, Schneider, 1950; Павлов, Кожевникова, 1957; Koehler, 1959; Яковлева, 1963; Сусидко, Бей-Биенко, 1966; Рюмина, 1972; Бляндур, 1977), однако рассматривают поврежденность кукурузы насекомыми в печене временных и сопутствующих факторов, без учета типа повреждений, связи с онтогенезом растения-хозяина и характером взаимоотношений вредителей с питающим растением.

Результаты исследований последних десятилетий показали, что "энтомологи и микологи стали неожиданно комплементарны; обнаружилось частичное перекрытие интересов в сфере научных поисков, возникла необходимость и перспективность междисциплинарных подходов" (Wheeler, Blackwell, 1984). Так, с наростами пузырчатой головни кукурузы и головни сорных просовидных злаков связан жизненный цикл личинок *Phalaelurus politus*, питающихся спорами гриба *U. maydis* (Boving, Graighead, 1931). В дальнейших исследованиях установлена роль энтомофауны не только как вредителей, открывающих ворота инфекции для грибной и бактериальной флоры, но и как переносчиков болезней кукурузы: корневых и стеблевых нематод - в развитии корневых и стеблевых гнилей и карликовой мозаики (Palmer, 1969; Смилякович и др., 1975; Goswami, Raychaudhuri, 1978); шведских мух - пузырчатой головни (Павлов, 1956; Немлиенко, 1957; Шапиро, 1961); кукурузного мотылька - пузырчатой головни, стеблевых гнилей, болезней початков (Christensen et al., 1950; Koehler, 1950); листоедов (*D.virgifera*, *D. longicornis*) - корневых гнилей и фузариоза початков (Palmer, Kommedahl, 1969; Gilbertson et al., 1986). В свою очередь вирус карликовой мозаики увеличивает предрасположенность проростков к гиббереллезной и гельминтоспориозной корневым гнилям (Tu, Ford, 1971), а взрослых растений - к пузырчатой головне (Ivanovic, 1978).

Первые патогенные ассоциации - между возбудителем графтиоза ильмовых и жуком короедом, обнаруженные в Европе (Spierenberg, 1922), и между шерстистой тлей и возбудителем рака яблони в США (Leach, 1940, цит. по: Anderson et al., 1984) - позволили переосмыслить не только этиологию болезней, но и их контроль. В дальнейшем многие отечественные и зарубежные исследователи отмечали увеличение распространенности пузырчатой головни в годы высокой численности шведской мухи (Павлов, 1955; Немлиенко, 1957; Пан Сюн-Фэй, 1959; Шапиро, 1961; Федин, 1962; Павлов, Кожевникова, 1964; Шкурпела, 1965; Югенхеймер, 1979), рассматривая раневые инфекции как дополнительный фактор, как следствие преодоления личинками шведских мух ростового барьера, создаваемого нарастающими листьями. В этой связи целесообразно рассмотреть разработанную И.Д.Шапиро (1985) схему и особенности проникновения вредителя в растение. Как отмечает автор, "личинки шведской мухи адаптированы к обитанию внутри растения и используют в пищу меристемы. После отрождения они сразу же перемещаются к конусу нарастания, преодолевая при этом барьер из еще не сформировавшихся листьев, плотно облегающих апекс. Наиболее резко проявляется значение ростового барьера у кукурузы. Причина этого - продолжительный рост верхних листьев, окружающих конус нарастания. Так, например, темпы роста 4-го листа у сорта Одесская 10 и среднеранних Мандорфер и Воронежская 80 близки и достигают 1.05-1.10 мм/ч, а у раннеспелого сорта Белоярое пшено - 0.5 мм/ч. У сорта Воронежская 80, наиболее устойчивого к шведским мухам, личинки должны проникнуть к конусу нарастания через 14 слоев листьев по длинному пути и через 10 - по короткому пути" (рис. 1). Лишь немногим личинкам, развившимся на кукурузе, удается переместиться к конусу нарастания и остановить рост 1 и 2 листа.

Важно отметить, что проникновение личинок шведских мух и инфекционного начала головни к меристемам кукурузы - это общая генетически предопределенная потребность в питании тканями, богатыми белком и углеводами, условие их успешного роста и развития.



Рассматриваемый нами путь проникновения телиоспор или споридий в отсутствие раневых каналов (рис. 1, путь 1), вероятно, редко успешен, учитывая невысокую скорость колонизации тканей листьев грибом и быстрый вынос (12-25 мм/сутки) зон повреждения (и инфицированных зон) на периферию листовой воронки.

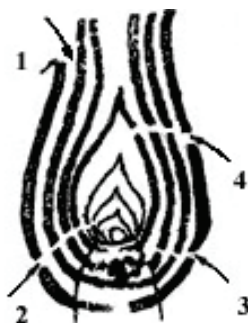


Рис. 1. Схема проникновения личинок шведской мухи в стебель: 2, 3 - по короткому пути, 4 - по длинному (по Шапиро, 1985); 1- путь затекания инфекции с дождевыми каплями между неповрежденными листьями к раневым каналам (дополнение автора).

Проведенная нами оценка устойчивости 101 гибрида кукурузы к шведской мухе показала, что при степени поражения растений от 10 до 56% (в среднем 26.6%) проявляется слабая отрицательная зависимость ( $r = -0.251$ ,  $p \leq 0.05$ ) между показателями интенсивности повреждения и степенью повреждения растений.

При поврежденности гибридов 26.6% в среднем, степень их поражения пузырчатой головней составила 2.26%, что подтверждает данные И.Д.Шапиро (1985) о том, что "лишь немногим личинкам, развившимся на кукурузе, удастся переместиться к конусу нарастания и остановить рост 1 и 2 листа", а также наше предположение о низкой вероятности успешного заражения грибом в отсутствие повреждений шведской мухой.

Результаты последовательной оценки повреждаемости 101 гибрида шведской мухой и кукурузным мотыльком приведены в таблице 3. Проявление головни у поврежденных шведской мухой растений начинается в фазе ранней листовой воронки и завер-

шается к началу выдвижения метелок. В период выдвижения метелок начинается проявление головни на растениях, поврежденных преимущественно первым поколением кукурузного мотылька, а с периода цветения до созревания - вторым поколением. Повреждения хлопковой совкой приводят к развитию головни на початках в молочную - полную спелость зерна. Последовательность и растянутость лета указанных вредителей и нанесения растениям повреждений определяют и продолжительный период проявления головни, вследствие чего создается впечатление развития нескольких поколений *U. maydis*.

Таблица 3. Динамика проявления и локализация галлов *U. maydis* в онтогенезе кукурузы в условиях естественного инвазионного и инфекционного фонов

Поражаемые органы и фитофаги	Доля органов, выявляемая учетами пораженности кукурузы на разных этапах онтогенеза, %				
	IV- VII	VIII	IX	X	XII
Отдельные листья, или их группа (диффузно), с проявлением «саблевидности» или карликовости растений					
ШМ	60.8				
<u>Нижняя часть стеблей</u>					
ШМ	25.1				
ШМ+КМ 1	14.1				
КМ	16.2				
<u>Стебли в средней части и под початком</u>					
КМ	5.8				
<u>Стебли выше початка, метелки</u>					
КМ2	39.5				
<u>Основные початки *</u>					
КМ2	3.5				
<u>Рудиментарные початки</u>					
КМ2	20.9				

Этапы онтогенеза: IV-VII - листовая воронка; VIII - выдвижение метелок; IX - цветение; X - молочная спелость; XII - полная спелость зерна. ШМ - шведская муха, КМ - кукурузный мотылек 1-го и 2-го поколений

Проведенные нами многолетние исследования (350 линий и гибридов, 1985-1988 гг.) выявили высоко достоверную связь развития пузырчатой головни и болезней початков с повреждением кукурузным мотыльком в зоне с одним поколением вредителя (лесостепь Украины) и с двумя (Краснодарский край). Если в Черкасской области эти корреляции составили 0,73 -0,98 по пузырчатой головне и 0,79 -0,94 по фузариозу початков в 1985-1988 гг., то в Краснодарском крае - 0,89-0,91 за аналогичный пе-

риод (Иващенко, 1992; Иващенко и др., 2000).

Наличие буровой муки и видимых повреждений облегчают установление взаимосвязи повреждение кукурузным мотыльком - поражение головней, поскольку очаг болезни преимущественно локален. При дистанционном поверхностном осмотре установление такой связи затруднено вследствие обширного патологического перерождения тканей (початок поражен полностью или частично), но и в этом случае остаются следы повреждения ножки початка, его стержня или оберток, стебля, метелки. Установить такую связь при повреждении кукурузы хлопковой совкой легче вследствие более крупных зон повреждения.

С учетом концепции консортивного контакта, включение *U. maydis* в систему триотрофа (кукуруза-фитофаг-энтомофаг) неправомерно, так как возбудитель не имеет консортивных взаимоотношений с кукурузным мотыльком и хлопковой совкой. Вместе с тем, создание раневых поверхностей (имеющее ежегодный устойчивый характер) служит своеобразным эдификатором средообразующих условий, облегчающих колонизацию грибом восприимчивых меристем.

Тесная и ежегодно проявляющаяся сопряженность ставит этиологию пузырчатой головни, ее диагностику и контроль на вполне реальную почву, где в качестве одного из ведущих факторов выступает вредитель, в качестве регулятора его численности - энтомофаги (*T. evanescens*, *H. hebetor* и др.), паразитирование которых совместно с устойчивостью кукурузы к кукурузному мотыльку в значительной степени сдерживают численность популяций основных вредителей. При этом расчет поражаемости (в т.ч. в связи с повреждаемостью) осуществлялся по данным изучения полевой устойчивости при сохраненной структурной целостности растений (до контакта с фитофагами) в объеме и во времени, характерных для зоны, года изучения и сопряженности фаз онтогенеза растений и развития вредящей стадии насекомого. Полученные нами статистически достоверные данные в значительной мере могут изменить подходы в ограничении вредоносности болезней.

Отмечается (Christensen, 1963), что условия, способствующие становлению паразитических взаимоотношений гриба и растения-хозяина, имеют большее значение в

возникновении болезни, чем ингибирование или стимуляция уже внедрившегося гриба. Одним из таких условий является, по нашим данным, нарушение регламента применения гербицидов, приводящее к патологиям развития растений. Показателем в этой связи опыт селекционеров НПО «Элита», где запоздалая обработка в Черкасской области сортоиспытания гибридов гербицидом феноксазин (9 кг/га) привела к массовому развитию "саблевидности", при которой повреждение растений кукурузным мотыльком обусловило резкое увеличение поражения пузырчатой головней и бесплодие растений, достигшее суммарно 50%, в т.ч. 26.5% от пузырчатой головни (рис. 2). Высокая и достоверная коррелятивная зависимость этих показателей ( $r=0.878$ ,  $p \leq .001$ ) позволяет судить о вторичности патологического бесплодия, обусловленного патологией физиологической природы и инфицированием *U. maydis*, что привело к большей (в 19-23 раза) пораженности гибридов, чем в отсутствие гербицида. Районированные гибриды П 3969, Нордика, Коллективный 244 МВ (будучи устойчивыми к кукурузному мотыльку) проявили наибольшую устойчивость к бесплодию и головне соответственно.



Рис. 2. Развитие бесплодия у гибридов кукурузы от "саблевидности" и пузырчатой головни после обработки гербицидом феноксазин (9 кг/га)

Одним из отрицательных следствий борьбы с сорняками мог быть рост поражаемости пузырчатой головней при использовании атразина и лассо/атразина (Дудка и др., 1988). Более сильное поражение растений кукурузы пузырчатой головней на гербицидном фоне, чем на удобренном, отмечалось на Юго-Востоке Центрального Черноземья (Лаптиев, 2008).

Заслуживает внимания и опыт защиты растений во Франции (Cabanettes, 1986),

где пузырчатая головня достигала угрожающего распространения при использовании ряда пестицидных смесей.

Инфицированию растений *U. maydis* способствует и обрывание метелок на участках гибридизации, в результате чего пораженные растения материнской формы возрастают в среднем в полтора раза, достигая у восприимчивых линий 20% (Иващенко, 1983). Такое устранение структурной устойчивости приводит к большему проявлению физиологической. Так были выявлены нами линия V 312 с устойчивостью физиологического типа (размер головневого вздутия у которой не превышает 2-3 см), а также линии со структурной и физиологической устойчивостью одновременно (A632, B37). По мнению Р.У.Югенхеймера (1979), обрывание метелок на участках гибридизации, отсутствие опыления початков и повреждение растений градом

- основные причины, обуславливающие увеличение пораженности *U. maydis*. В качестве основной причины, объясняющей увеличение пораженности головней неопыленных початков, необходимо указать объединение рылец початков гусеницами хлопковой совки, что приводит к удлинению периода восприимчивости их эмбриональных меристем.

Наши исследования роли заsporения семян телиоспорами *U. maydis* (Сотченко и др., 2008) подтвердили ранее накопленный опыт защиты растений и привели к заключению о нецелесообразности поиска и использования специальных протравителей для защиты от пузырчатой головни, поскольку семенами болезнь не передается и не поражает подземные органы (корни и мезокотиль), хотя проникновение гриба в корни экспериментально доказано (Sabbagh et al., 2006).

### Заключение

Сложность природы полевой устойчивости к болезни, трудности создания универсальных инфекционных фонов и необходимость многолетнего изучения селекционного материала в различных условиях среды привели к использованию методов разделения полевой устойчивости к возбудителю пузырчатой головни на структурную и физиологическую. Методы искусственного заражения кукурузы *U. maydis* неоправданно широко распространились в системе НИИ и Государственного сортоиспытания благодаря возможности достижения с их помощью большого размаха пораженности стеблей и початков, практически не наблюдаемой в природе, поскольку негативный отбор позволяет выбраковать восприимчивые формы в процессе селекции исходного материала и многолетних испытаний. Устранение при скрининге структурной устойчивости початков, даже при введении суспензии *U. maydis* в зону над початком или метелкой без их травмирования, привело к выявлению образцов с физиологической устойчивостью (с небольшими галлами). При этом различия в распространенности болезни, обусловленные продолжительностью периода восприимчивости, стали редко адекватны природным, связанным со спецификой повреждения растений комплексом вредителей. Ускользала от внимания исследователей избирательность как

тип устойчивости растений к насекомым, ее влияние на репродуктивный потенциал вредителей, учитываемые при отборе на групповую устойчивость к вредным организмам. Безусловно, технологические преимущества в воссоздании эпифитотийного уровня развития болезни при искусственной инокуляции очевидны, но в жертву технологичности приносятся особенности и степень выраженности структурного иммунитета, которые при искусственной инокуляции нивелируются, сужая возможности отбора. И одна из важных задач исследований состоит в использовании этого природного фона первичной дифференциации (осуществляемой фитофагами) для выявления наименее повреждаемых и поражаемых селекционных образцов.

Многолетние исследования и анализ литературы привели нас к заключению, что, в отличие от патосистем многих облигатных паразитов, патосистема *Zea mays - Ustilago maydis* характеризуется рядом биологических особенностей:

- возбудитель в большей мере способен самостоятельно проникать в ткани растения-хозяина (корни, мезокотиль, стебли, листья, початки, пазушные почки) и вызывать их первичную колонизацию в биотрофной стадии жизненного цикла, чем завершать в нем цикл развития формированием галла, что обусловлено особенностями

морфо-анатомической защиты - плотным укрытием конуса нарастания и других меристем, преимущественно недоступных для патогена при ненарушенной структурной целостности органов и тканей растения;

- длительный период формирования различных органов растений и восприимчивых к заражению меристем в онтогенезе, продолжительный латентный период, связанный с патологическим перерождением меристем, формированием галлов и созреванием телиоспор, - определяют развитие одного поколения гриба\* на растении, отмечаемого в онтогенезе в разное время (при формировании ранней и средней листовой воронки, при выдвигании метелок и початков, в период налива и созревания зерна).

В серии публикаций (Иващенко, 1992, 2003; Иващенко и др., 2008; Иващенко, 2009, 2010) нами показано, что паразитоценоз кукурузы формируется в тесной связи с комплексом вредящих фаз фитофагов (шведская муха, кукурузный мотылек, хлопковая совка), первоначально создающих условия для внедрения грибной инфекции и колонизации ими меристем, что обусловлено эволюционно сложившейся общностью пищевых предпочтений группы фитофагов и *U. maydis* (тропностью), онтогенетической сопряженностью развития фитофагов и растений, что облегчает, надо полагать, реализацию агрессивности возбудителя болезни.

В отличие от имеющих место стохастических связей (например, *Oscinella frit* - *Sorosporium reilianum*), возбудителя пузырчатой головни и кукурузного мотылька характеризует стабильность консортивных межпопуляционных связей, их весьма по

ложительная сопряженность (по Уранову, 1935) или зависимость (по Василевич, 1972), при которой увеличение численности фитофага вызывает увеличение численности патогена, что служит основанием для уточнения расчетов суммарной вредоносности фитофагов и патогенов, установления ее пороговых значений, разработки прогноза распространения болезней. Кроме того, рассмотрение паразитоценоза кукурузы на уровне триотрофа в большей мере раскрывает возможности использования энтомофагов (трихограмма, габробракон и др.), их роль в снижении численности популяций не только фитофагов, но также распространения пузырчатой головни.

Нам представляется (Воронин и др., 1999), что необходима и реальна дальнейшая интеграция иммунитета растений и биометода как биоэкологической основы стратегии совершенствования фитосанитарных технологий в агроэкосистемах, призванной обеспечить оптимально-устойчивый биоценотически саморегулирующийся фитосанитарный режим.

При характеристике входящего в паразитоценоз облигатного патогена *U. maydis* необходимо отметить функционирование с его участием двух типов патосистемы: локально-раневой (в терминологии автора) и множественно-локальной (по Davis, 1936). Локально-раневая патосистема - следствие сопряженного развития видов, когда в результате питания фитофагов (онтогенетически приуроченного к питанию апикальной, интеркалярной и эмбриональной меристемами) облегчается проникновение, реализация агрессивности и завершение цикла развития облигатного паразита *U. maydis*.

\*Высказываемая представителями ряда фирм мысль о развитии в природных условиях так называемых 3-5 генераций гриба за вегетацию кукурузы - предположение. Видимость нескольких генераций гриба может сложиться без учета влияния трех инвазионных фонов: шведских мух, способствующих формированию и наиболее раннему проявлению галлов головни; первого поколения кукурузного мотылька - появления второй волны растений, пораженных *U. maydis*; второго поколения кукурузного мотылька и хлопковой совки - третьей волны пораженных растений. Растянутасть лета вредителей, сроков повреждений и продолжительности питания определяют и длительный период проявления головни, что создает видимость развития нескольких генераций *U. maydis*. Случаи развития на растении второй генерации *U. maydis* крайне редки, они возможны лишь при переносе инфекционного начала с галлов, созревших до цветения в раневые каналы метелок, основного и рудиментарных початков, преимущественно у линий средней и поздней групп спелости. Две-три генерации телиоспор можно получить лишь при искусственном введении инокулюма к меристемам, используя первоначально вакуум-метод заражения проростков, или в коллекционных питомниках, представленных образцами разных групп спелости, но практически невозможно развитие двух поколений в посевах конкретного гибрида.

Она функционирует одновременно с патосистемой растение-хозяин - патоген, но важной характеристикой последней является множественность очагов распространения мицелия по направлению к меристематическим тканям, но на незначительное расстояние, частой локализацией грибницы в пазушных почках без видимых проявлений болезни. Такой характер распределения мицелия *U. maydis* по растению известен как множественно-локальный. Локально-раневая патосистема, характеризующаяся проявлением галлов, учитывается при мониторинге распространения головни и олицетворяет объем успешных заражений растений определенного генотипа в природе, который намного меньше числа очагов множественно-локальной (скрытой) инфекции.

Описанные выше особенности отношений в системе растение-хозяин - фитофаги - патоген характеризуют моноциклический тип болезни, эпифитотийных проявлений которой не отмечено.

Семенами возбудитель не передается, их заспорение телиоспорами не приводит к возникновению болезни (в противоположность пыльной головне). Протравливание семян защищает проростки от широкого круга патогенов, в т.ч. от переноса телиоспор *U. maydis* в новые регионы. Включение в последние годы в системы защиты посевов зерновой кукурузы фунгицидов с целью снижения пораженности пузырчатой головней початков носит скорее превентивный характер, а не в связи с прогнозируемым и экономически просчитанным недобором урожая. Такие обработки целесооб-

разны в перечне средств защиты сахарной кукурузы при прогнозируемо высокой численности вредителей початков, где недобор урожая от вредителей и головни выше, чем на обычной кукурузе.

Приводимые в научной, учебной, научно-популярной и специальной литературе последнего десятилетия рекомендации (подобные тем, что процитированы в таблице 1) сформулированы на основе недостаточно четких представлений об этиологии болезни и ее патогенезе.

Сопряженная патосистема (*Zea mays* - вредители (шведская муха, кукурузный мотылек, хлопковая совка) - *U. maydis*) является коэволюционно сложившейся, и в таком ее значении дополняет базовую парадигму применительно к практической селекции на групповую и комплексную устойчивость к вредным организмам, ее анализ позволяет оптимизировать разработку экологизированной системы защиты растений от фитофагов и патогенов. Она характеризуется проявлением у кукурузы эволюционно стабильной нерасоспецифической устойчивости, сохранение которой обеспечено правильно выбранной в начале XX века стратегии отбора. Сохранение этой устойчивости предполагает более широкий мониторинг раневых повреждений как показателя первичного выбора определенного генотипа растений (осуществляемого фитофагами), как природного фона, на котором облегчается выявление наименее повреждаемых и поражаемых селекционных образцов, как прогнозируемого и в значительной мере управляемого фактора в биологизации системы защиты кукурузы.

#### Литература

- Азбукина З.М. О грибных и бактериальных болезнях кукурузы в Приморском крае // Труды Приморского СХИ, 1962, 1, с. 71-74.
- Борггардт А.И. Современное состояние вопросов в области познания болезней кукурузы // Избранные труды по фитопатологии. М., 1961, с. 136-148.
- Борисенко С.И. Биологические особенности пузырчатой головни кукурузы // Сб. научн. тр. 1951-1953 гг. Харьков, 1954, с. 141-149.
- Вилкова Н.А., Иващенко В.Г., Фролов А.Н. и др // Методические рекомендации по оценке кукурузы на комплексную устойчивость к вредителям и болезням. М., ВАСХНИЛ, 1989, 43 с.
- Войтович К.А. Оценка пораженности пузырчатой головней селекционных материалов и гибридов кукурузы // Труды Молдавской станции ВИЗР (1956-1958 гг.), 1958, 3 с.
- Воронин К.Е., Вилкова Н.А., Афанасенко О.С., Иващенко В.Г., Исси И.В., Воронина Э.Г. Интеграция иммунитета растений и биометода как биологическая основа стратегии совершенствования фитосанитарных технологий в агроэкосистемах // Вестник защиты растений, СПб, 1999, 1, с. 67-73.
- Гешеле Э.Э., Иващенко В.Г. Оценка кукурузы в процессе селекции на устойчивость к инфекционным заболеваниям // Сб. научных трудов ВСГИ, Одесса, 1973, с. 211-225.
- Иващенко В.Г. Результаты изучения устойчивых к пузырчатой головне форм на участках гибридизации // Селекция и семеноводство, 1983, 11, с. 20.
- Иващенко В.Г., Флоря М.Б., Никоноренков В.А., Инглик П.В., Хроменко А.С. Исследование устойчивости кукурузы к различным экологическим популяциям возбудителей стеблевых гнилей и пузырчатой головни // Труды II Национального симпозиума по иммунитету растений, Пловдив, 1983, 1, с. 243-249.

- Ивашенко В.Г. Грибные болезни стеблей и листьев кукурузы в различных эколого-географических зонах // Микология и фитопатология, 1991, 25, 5, с. 432-437.
- Ивашенко В.Г. Болезни початков кукурузы // Защита растений, 1991, 2, с. 18-20.
- Ивашенко В.Г. Устойчивость кукурузы к основным болезням и разработка методов ее повышения // Автореф. докт. дисс. СПб., 1992, 38 с.
- Ивашенко В.Г. Вредоносность основных болезней и кукурузного мотылька и возможность ее уменьшения // Кукуруза и сорго, 1996, 3, с. 12-15.
- Ивашенко В.Г. Типы устойчивости кукурузы к болезням и пути их использования в селекционной практике // Матер. науч. семинара Типы устойчивости растений к болезням. СПб, ВИЗР, 2003, с. 61-82.
- Ивашенко В.Г. Распространенность основных болезней кукурузы в России и СНГ // Вестник защиты растений (Приложение), СПб, 2007, с. 68-81.
- Ивашенко В.Г., Сотченко Е.Ф. Фузариоз початков кукурузы в Ставропольском крае: этиология болезни, сортоустойчивость // Матер. научно-практич. конф. Селекция, семеноводство, производство зерна кукурузы". Пятигорск, 2002, с. 157-164.
- Ивашенко В.Г., Фролов А.Н., Сотченко В.С., Гаркушка В.Г. Селекция кукурузы на устойчивость к вредным организмам на современном этапе сельскохозяйственного производства России // Вестник защиты растений, 2000, 2, с. 20-25.
- Ивашенко В.Г., Фролов А.Н., Дубровина А.Г., Гаркушка В.Г. Устойчивость кукурузы к вредным организмам как важнейший резерв реализации высокого потенциала продуктивности в селекции на гетерозис // Докл. IV Международного конгресса "Зерно и Хлеб России" 11-13 ноября 2008 г., СПб, 2008, с. 46-48.
- Калашников К.Я., Шапиро И.Д. Вредители и болезни кукурузы. М.Л., Сельхозгиз, 1962, 189 с.
- Каратыгин И.В. Головневые грибы: онтогенез и филогенез. Л., 1981, 202 с.
- Каратыгин И.В. Строение патогена и его развитие в тканях растений-хозяев как критерий устойчивости растений к грибной инфекции // Микология и фитопатология, 1968, 2, 5, с. 414-420.
- Каратыгин И.В. Формирование сорусов и дифференциация спор *Ustilago maydis* (DC.) Sda. на листьях // Докл. АН СССР, 1968, 183, 6, с. 1458-1460.
- Каратыгин И.В. Генетическая характеристика цикла развития *Ustilago maydis* (DC.) Sda // Микология и фитопатология, 1969, 3, 4, с. 368-376.
- Каратыгин И.В. Развитие в тканях *Zea mays* L. возбудителя пузырчатой головни в связи с его жизненным циклом // Автореф. канд. дисс., Л., 1971, 25 с.
- Каратыгин И.В. Генетика головневых грибов // Генетические основы устойчивости растений к болезням. Л., Колос, 1977, с. 95-109.
- Ключко П.Ф., Ивашенко В.Г., Сергеев В.В. Использование метода сестринских скрещиваний в селекции кукурузы на устойчивость к пузырчатой головне // Научно-техн. бюлл. ВСГИ, Одесса, 1976, 27, с. 10-13.
- Кобелева Э.Н., Бляндур О.В. Селекция мутантных линий кукурузы на болезнеустойчивость. Кишинев, 1977, с. 67.
- Кузнецов Л.В. О жизнеспособности гриба *Ustilago zeae* (Beckm)Ung.— возбудителя пузырчатой головни к кукурузы // Вестн. Моск. гос. ун-та, VI, Биол. и почв., 1963, 2, с. 30-39.
- Кулик Т.А. Влияние экологических факторов на поражаемость кукурузы пузырчатой головней (*Ustilago maydis* (DC.) Sda.) // Микология и фитопатология, 1968, 2, 5, с. 428-432.
- Лаптев А.Б. Биоэкологическое обоснование фитосанитарной оптимизации агроэкосистем Юго-Востока Центрального Черноземья // Автореф. докт. дисс. СПб, 2008, 39 с.
- Левада С.А. Повышение эффективности защитных мероприятий против болезней кукурузы на орошаемых участках степи УССР // Автореф. канд. дисс. Днепропетровск, 1990, 22 с.
- Мещерякова Р.И. Повышение устойчивости кукурузы к пузырчатой головне // Автореф. канд. дисс. Харьков, 1959 19 с.
- Муслик А.С., Гешеле Э.Э., Вальтер О.Ю. О некоторых вопросах биологии возбудителя пузырчатой головни кукурузы // Агробиология, 1969, 4, 579-582.
- Немлиенко Ф.Е. Болезни кукурузы. Сельхозгиз, 1957, 230 с.
- Немлиенко Ф.Е., Кулик Т.А. Органотропная устойчивость кукурузы к пузырчатой головне // Кукуруза, 1962, 4, с. 57-59.
- Немлиенко Ф.Е., Сиденко И.Е. Онтогенетическая устойчивость кукурузы к пузырчатой головне // Докл. ВАСХНИЛ, 1967, 1, с. 7-9.
- Немлиенко Ф.Е., Грисенко Г.В., Кулик Т.А., Сиденко И.Е. Об иммунитете кукурузы к пузырчатой головне и стеблевой гнили // Бюлл. ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1969, 1(3), с. 49-54.
- Немлиенко Ф.Е., Сиденко И.Е. О механическом и физиологическом иммунитете кукурузы к пузырчатой головне // Труды Харьковского сельскохозяйственного института, 1969, 79, с. 67-72.
- Немлиенко Ф.Е. К методике учета пораженности кукурузы пузырчатой головней // Селекция и семеноводство, 1949, 4, с. 68-70.
- Немлиенко Ф.Е. Степень изученности и практического использования иммунитета кукурузы к болезням // Тезисы III Всесоюзного совещания по иммунитету растений. Кишинев, 1959, с. 3-8.
- Немлиенко Ф.Е., Кулик Т.А. Органотропная устойчивость кукурузы к пузырчатой головне // Кукуруза, 1962, 4, с. 57-59.
- Немлиенко Ф.Е., Кулик Т.А. Использование устойчивости кукурузы к пузырчатой головне в селекционной работе // Тез. докл. IV Всес. сов. по им-ту с.х. растений. Кишинев, 1965, с. 181-182.
- Немлиенко Ф.Е., Сиденко И.Е. Онтогенетическая устойчивость кукурузы к пузырчатой головне // Докл. ВАСХНИЛ, 1967, 12, с. 7-9.
- Павлов И.Ф. Способы борьбы со шведской мухой и другими вредителями кукурузы // В кн.: Кукуруза в 1955 г., Сельхозгиз, 1956, 2, с. 124-127.
- Павлов И.Ф., Кожевникова Л.И. Защита растений от вредителей и болезней // Пропашная система земледелия. М., 1964, с. 107-120.
- Пан Сюн-Фэй. Шведская муха и пузырчатая головня на кукурузе // Защита растений от вредителей и болезней, 1959, 2, с. 25.
- Пиковский М., Кирик Н., Вердыш А. Болезни семян кукурузы // Овощеводство (Украинский журнал для профессионалов), 2010, 12, с. 64-67.
- Расселл Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням. М., Колос, 1982, 421 с.
- Рюмина М.А. Устойчивость кукурузы к пузырчатой

головне и разработка методов ее повышения // Автореф. канд. дисс., Л., 1970, 23 с.

Юмина М.А. Оценка устойчивости самоопыленных линий кукурузы к пузырчатой головне // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1972, 46, 3, с. 91-97.

Салунская Н.И. Какие органы кукурузы поражаются пузырчатой головней // Ботанический журнал, 1964, 49, 7-12, с. 1034-1035.

Салунская Н.И. Минливисть популяций гриба *Ustilago zeae* (Beckm.) Ung. - збудника пухирчатой сажки кукурузы // Захист рослин, 1969, 7, с. 41-51.

Слепян Э.О., Каратыгин И.В. Продуктивно-некротическая эритродермия - первичный симптом инфекции *Ustilago maydis* (D.C.) Cda. на листьях // Докл. АН СССР, 1968, 178, 5, с. 1212-1215.

Слепян Э.И., Каратыгин И.В. Порядок головневые (Ustilaginales) // Жизнь растений, 1976, 2, с. 346-353.

Сотченко Е.Ф., Сотченко Ю.В., Иващенко В.Г., Алексеева О.В. Эффективность Витавакса 200 ФФ против пыльной и пузырчатой головни кукурузы // Защита и карантин растений, 2008, 2, с. 27-28.

Сусидко П.И. Биенко М.Д. Шведская муха в южных районах и меры борьбы с ней // Кукуруза, 1966, 10, с. 19.

Тихонов Н.А., Тихонов С.П. Пузырчатая головня кукурузы в Крыму // Тр. Крымской гос. с.-х. опытной станции, 1969, 5, с.29-38.

Ульянищев В.И. Микрофлора Азербайджана, 1. Головные грибы. Баку, 1952, 334 с.

Уранов А.А., 1935 (цит. по: Василевич В.И.). Количественные методы изучения структуры растительности: Итоги науки и техники // Ботаника, М., ВИНТИ, 1972, 1, с. 7-83.

Федин М.А. Поражаемость кукурузы шведской мухой и пузырчатой головней в зависимости от сроков сева // Защита растений от вредителей и болезней, 1962, 5, с. 29.

Фролов А.Н., Малыш Ю.М. Плотность размещения и смертность яиц и младших гусениц кукурузного мотылька на растениях кукурузы // Вестник защиты растений, СПб ВИЗР, 2004, 1, с. 42-55.

Чекалин Н.М. Оценка некоторых методов заражения пузырчатой головней // Труды аспирантов и молодых научных сотрудников ВИРа, 1961, 2, с. 112-116.

Чернецкая З.Н. Болезни кукурузы // Сводный отчет Горской зональной станции. Орджоникидзе, 1932, 22 с.

Шапиро И.Д. Шведская муха, как вредитель кукурузы. В кн.: Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в РСФСР в 1960 г. и прогноз их появления в 1961 г., Л., 1961, с. 54-62.

Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Иващенко В.Г., Фролов А.Н. Иммунологические основы изучения сопряженных патосистем // Тез. докл. X научн. конф. Украинского общества паразитологов, Одесса, 1986, с. 344.

Шапиро И.Д. Иммуниет полевых культур к насекомым и клещам. Л., 1985, с. 140-151.

Шкурпела И. Шведская муха и пузырчатая головня // Защита растений от вредителей и болезней, 1965, 5, с. 59.

Югенхеймер Р.У. Кукуруза и ее улучшение. М., Колос, 1979, 519 с.

Юрку А.И., Лазу М.Н. Генетические аспекты устойчивости кукурузы к пузырчатой головне. Кишинев, 1987, с. 177.

Яковлева Н.П. Тканевая и возрастная специализация возбудителя пузырчатой головни // Вестник с.-х. науки, 1963, 2, с. 45-51.

Agrios.G. N. Transmission of plant diseases by insects //

Plant pathology (4th ed.). Academic Press, San Diego, California. Anonymous. Compendium of Diseases of., 1997, p. 442-445.

Barnes C.W., Szabo L.J., May G., Groth J.V. Inbreeding levels of two *Ustilago maydis* populations // Mycologia, 2004, 96, p. 1236-1244.

Bojanowski J. Studies of inheritance of reaction to common smut in corn // Theoret. and Appl. Genet., 1969, 39, 1, p. 32-42.

Boving A.G., Graighead F.C. An illustrated synopsis of the principal Larval forms in the order Coleoptera // Entomologia Americana, 1931, 1, 1, p. 351.

Brefeld O. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der mykologie. XI. Die Brandpilze. II Die Brandkrankheiten des Getreides. Munster, 1895, 98 s.

Christensen J., Schneider C. European corn borer in relation to shank, stalk and ear rots of corn // Phytopathol., 1950, 40, 3, p. 284-291.

Christensen J.J. Corn smut caused by *Ustilago maydis* // The Amer. Phytopathol. Soc. Monograph., 1963, 2, p. 12-20.

Christensen J.J., Stakman E.G. Physiologic specialization and mutation in *Ustilago zeae* // Phytopathol., 1926, 16, 2, p. 979-999.

Clinton G.R. Smuts of Illinois agricultural plants // III Agr. Exp. Sta. Bul., 1900, 57, p. 289-360.

Davis G.N. Corn latent and expressed // Phytopathol., 1936, 26, 1, p. 91.

Davis G.N. Some of the factors influencing the infection and pathogenicity of *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger) on *Zea mays* L // Iowa Agric. Exp. Sta. Res. Bul., 1936, 199, p. 247-258.

Doehlemann G, van der Linde K, Abmann D, Schwambach D, Hof A, et al. Pep1, a Secreted Effector Protein of *Ustilago maydis*, Is Required for Successful Invasion of Plant Cells // PLoS Pathog., 2009, 5(2): e1000290. doi:10.1371/journal.ppat.1000290.

Dolinka B. Odpornost i tolerancnost kukuruza prema avedskoj masci I kukuruznom plamenae v Nartonvasaru // Savremen.Poljopr., 1969, 17, p.

Du Toit L.J., Pataky, J. K. Effects of silk maturity and pollination on infection of silks to maize ears by *U. maydis* // Plant Dis., 1999, 83, 7, p. 621-626.

Dungan G.H. Woodworth C.M. Loss resulting from pulling leaves with tassels in detasseling corn // Agron. J., 1939, 31, p. 872-875.

Garber R.J., Quisenberry K.S. Breeding corn for resistance to smut (*Ustilago zeae*) // J. Amer. Soc. Agron., 1925, 17, p. 132-139.

Gilbertson R.L., Manning W.J., Ferro D. F. Association of the asparagus minor stem rot caused in asparagus by *Fusarium* species // Phytopathol., 1985, 75, 11, p. 1188-1191.

Grogan C. Detasseling responses in corn // Agron. J., 1956, 48, 6, p. 247-249.

Hanna W.F. Studies in the physiology and cytology of *Ustilago zeae* and *Sorosporium reilianum* // Phytopathol., 1929, 15, 5, 415-441.

Harris M., Frederiksen R. Concepts and methods regarding host plant resistance to arthropods and pathogens // Ann. Rev. Phytopathol., 1984, 22, p. 247-272.

Hitchcock A.S., Norton J.B.S. Corn smut // Kans. Agr. Exp. Sta. Bul., 1896, 62, 169-212.

Holiday R. Genetic of *Ustilago maydis* // Genetic Res., 1961, 2, 2, p. 204-231.

Hooker A.L. Inheritance of mature plant resistance to rust in corn // Phytopathol., 1967, 57, p. 815.

Huttig W. Uber der Temperatur auf die keimung und geschlechtsverteilung bei brandpilzen // . Z. Bot., 1931, 24, s.529-557.

- Immer F.R. Inheritance of reaction to *Ustilago zeae* in maize // *Agron. and Plant Genetics*, 1927, 51, p. 599-602.
- Immer F.R., Christensen J.J. Determination of losses due to smut interaction in selfed lines of corn // *Phytopathol.*, 1928, 18, p. 599-602.
- Immer F.R., Christensen J.J. Further studies on the relation of corn to smut and effect of smut on yield // *Phytopathol.*, 1931, 21, p. 621-674.
- Ivanovic M. Uticaj virusnog mozaika kukuruza na osetljivost gljivi kukuruza prema *Ustilago maydis*. D.C. Corda // *Zastita Bijja*, 1979, 30, 148, s.135-140.
- Jenkins M.T. Correlation studies with inbred and crossbred strains of maize // *J. Agr. Res.*, 1929, 39, p. 677-721.
- Jones D.F. Segregation of susceptibility to parasitism in maize // *Amer. Jour. Bot.*, 1918, 5, p. 295-300.
- Kahmann R. Establishment of compatibility in the *Ustilago maydis* // *Maize pathosystem*. *J. Plant Physiol.*, 2008, 165, p. 29-40.
- Koehler B. Corn ear rots in Illinois // *Ill. Agr. Exp. Sta. Bul.*, 1959, 69, 87 p.
- Kyle C. Relation of husk covering to smut of corn ears // *U.S. Dept. Agr. Techn. Bul.*, 1929, 120, p. 1-7.
- Martinez-Espinoza A. D., Leon-Ramirez C. G., Ruiz-Herrera N. S. J. Use of PCR to detect infection of differentially susceptible maize cultivars using *Ustilago maydis* strains of variable virulence // Published online: 24 May 2003, Springer-Verlag and SEM 2003.
- Middendorf M. Untersuchungen über methoden zur infektion mit mais brend (*Ustilago zeae*) und ihre abhängigkeit von alter temperature und sorte // *Der Zuchter*, 1958, 28, 2, s. 92-93.
- Mills L.I., Kotze I.M. Scanning electron microscopy of the germination growth and infection *Ustilago maydis* on maize // *Phytopathol.Z.*, 1981, 102, 1, p. 21-27.
- Munteanu I., Cabulea I., Radulescu E. Studies in immunity and inheritance of corn response to *Ustilago maydis* (Dc.) Corda // *Savremena Polioopr.*, 1969, 17, 5-6, p. 407-415.
- Palmer L., Kottmedahl T. Root infecting *Fusarium* species in relation to rootworm infestations in corn // *Phytopathol.*, 1969, 55, 11, p. 1613-1617.
- Platz G.A. Some factors influencing the pathogenicity of *Ustilago zeae* // *Jowa state Coll. J. Sci.*, 1929, 3., p. 177-214.
- Rowell J.B., De Vay J.E. Genetics of *Ustilago zeae* in relation to basic problems of its pathogenicity // *Phytopathol.*, 1954, 44, 4, p. 356-362.
- Sabbagh S.K., Martinez Y., Roux C. Root penetration of maize by *Ustilago maydis* // *Czech. J. Genet. Plant Breed.*, 2006, 42, p. 79-83.
- Schmitt C.G. Cultural and genetics studies on *Ustilago zeae* // *Phytopathol.*, 1940, 30, 5, p. 381-390.
- Scurti J. On the morbid histology of maize attacked by *Ustilago maydis* // In: *Annali Della sperimentazione agraria*, nuova serie, 1950, 4, 5, p. 827-855.
- Stakman E.C., Tyler L.J., Hastad G.E. et al. Experiments on physiologic specialization and nature of variation in *Ustilago zeae* // *Phytopathol.*, 1935, 25.
- Stakman E.G., Christensen J.J. Problems of variability in fungi. In: *Plant Diseases. The Yearbook of Agriculture*. U.S. Dept. of Agriculture, 1953, p. 35-62.
- Tu L., Ford R. Maize dwarf mosaic virus predisposes corn to root rot infection // *Phytopathol.*, 1971, 61, 7, p. 800-803.
- Vözdóva G.M. Metodické otázky hodnocení kukurice na odolnost ke sneti kukuřice (*Ustilago zeae* (Beckm.) Unger) // *Sbornik ved. prací Vuku*, 1965, 1, s. 55-73.
- Walter J.M. Factors affecting the development of corn smut *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger // *Minnesota Agric. Exp. Sta. Techn. Bul.*, 1935, 111, 65 p.
- Walter J.M. The mode of entrance of *Ustilago zeae* into corn plants // *Phytopathol.*, 1934, 24, p. 1012-1020.
- Wheeler Q., Blackwell M. Fungus - Insect relationships. 1984, 514 p.
- Zambino, P., Groth, J. V., Lukens, L., Garton, J. R. and May, G. Variation at the b mating-type locus of *Ustilago maydis*. *Phytopathol.*, 1997, 87, p.1233-1239.
- selhozrabota.ru/ archives/308 время цит. 23.01.2011 г.
- Ovoschevodstvo.com
- <http://agrolib.ru/> "AgroLib.ru:
- <http://www.allbest.ru/>, Учебная программа
- Сайт ЗАО Адептис <http://www.agrisoft.ru> (Россия, г. Воронеж). Адептис ©, 2009
- E-mail: [info@rosagrochim.ru](mailto:info@rosagrochim.ru) skype: rosagrochim
- <http://www.farmerlife.ru/interview/articles/2007/10/23/arctic>.
- (kls13@cornell.edu), HTML-версия документа от 22.09.2011

## COMMON SMUT OF CORN: AN ETIOLOGY, PATHOGENESIS OF DISEASE AND A RESISTANCE PROBLEM (PARADIGM SPECIFICATION)

V.G.Ivashchenko

Published and original data on the common smut (*Ustilago maydis* DC. (Cda.)) etiology, bioecology, infectious process and nature of resistance to the infecting agent are provided. Simple (host plant - parasite) and united (host plant - phytophage - parasite) system relations and a course of disease are considered. Functioning of two pathosystem types is shown: locally-traumatic (corn - phytophage - pathogen) and multiple-local (corn - pathogen). Principles of monitoring, screening variants and types of resistance of corn to harmful organisms, possibilities of the common smut control by means of phytophage density regulation of number at level of three-species system of organisms are discussed.

**Keywords:** corn, *Ustilago maydis* DC. (Cda.), etiology of disease, frit flies, European corn borer, resistance to pests.

Иващенко В.Г., д.б.н., [vizrsppb@mail333.com](mailto:vizrsppb@mail333.com)



УДК 632.51:631.95

## ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВРЕДНОСНОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ

А.М. Шпанев

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Проведен анализ публикаций, посвященных оценкам вредоносности сорных растений в посевах различных сельскохозяйственных культур. Результаты авторов сравнивались между собой и нашими данными, полученными с использованием метода маркированных постоянных площадок небольшого размера, устанавливаемых в начале вегетации и находящихся под наблюдением до уборки урожая. Для расчета используется множественно-регрессионный анализ урожайности по плотности биологических групп сорной растительности. Важным является устранение межгодových различий и пассивной избирательности у сорных растений мест произрастания.

*Ключевые слова:* сорные растения, вредоносность, коэффициенты вредоспособности, потери урожая, множественная регрессия.

Значительное сокращение в последние годы исследований по оценке вредоносности сорных растений на первый взгляд предполагает законченность подобного рода работ. Действительно, в литературе можно найти показатели вредоносности сорных растений - коэффициенты вредоносности (Воеводин и др., 1983; Зуза, 1984; Мелеце, 1987; Пузиков, Кураков, 1988; Таскаева, 1988; Таскаева, Таскаев, 1990; Гулидов и др., 1991, 1995, 1996; Харченко, 1992; Филиппчук и др., 1995; Хрюкина, 1995; Терентьев, Корчагин, 1997; Спиридонов, Шегурова, 2000; Денисенкова и др., 2001; Сонкина, Сорока, 2004; Якимович, Сорока, 2004) или вредоспособности (Зубков, 1987; Лабрада, Зубков, 1990, 1991; Дмитриев, 2003а; Жуков, 2004; Шпанев, 2004) в интерпретации разных авторов, индексы конкуренции в терминологии зарубежных ученых (Friesen, 1972; Dew, Koys, 1976; Roder, Peters, 1990; Pallutt, Roder, 1992; Шпаар и др., 2002) и рассчитанные на их основе экономические пороги вредоносности (Воеводин и др., 1983; Тарасенко, Воеводин, 1988; Светлов, 1995; Стрижков, 2007). Последние в свою очередь в современных рыночных условиях утратили экономическое обоснование и перестали служить ориентиром при принятии решения о проведении защитных мероприятий (Захаренко, 2005). Между тем, коэффициентами вредоносности можно по-прежнему руководствоваться. К сожалению, их количество невелико и при разных методических подходах, используемых исследователями при оценке вредоносности

сорных растений, они сильно различаются. Становится очевидно, что прерванная работа по определению роли сорных растений в агроценозах требует продолжения, а знания, накопленные благодаря плодотворной работе предшественников, помогут подобрать правильные подходы для решения этой задачи.

Природа взаимоотношений между сорной растительностью и возделываемой культурой интересует исследователей уже без малого сто лет. На самом начальном уровне познания в первых работах 1910-1930-х годов все сводилось к общим описаниям развития сорняков в посевах той или иной культуры и уже отсюда делались догадки об их потенциальной роли. Серьезный прорыв в изучении вредоносности сорных растений был сделан в 1960-1970 гг. Для этих целей проводилась закладка соответствующего эксперимента, а методический подход заключался в простом сравнении вариантов без сорной растительности и с ее присутствием (Попов и др., 1973; Безруков, 1975; Безруков, Пономарев, 1975). Этого требовала и соответствующая методика (Воеводин, 1973). Для удаления сорняков на контроле в таких опытах прибегали к ручной, механизированной или химической прополке. На изучаемых вариантах путем удаления лишней растительности (или наоборот, подсевом семян сорняков) формировалась определенная густота интересующего исследователя вида, которая поддерживалась на одном и том же уровне в течение всей вегетации культуры. Далее при обра-

ботке материала прибегали к дисперсионному анализу, а в качестве итога получали величину снижения урожая при разной плотности сорного растения. Основной недостаток таких четко поставленных экспериментов заключался в нарушении естественных условий произрастания растений, под которыми следует понимать то вмешательство человека, которое не могло не сказаться на взаимоотношении культуры и сорняков. К таковым, во-первых, могут быть отнесены воздействия оказываемые прополкой, влияющие, в т.ч. и на культурные растения. При этом на контроле при удалении сорняков это влияние было, а на других вариантах нет. Во-вторых, плотность сорняков самим исследователем поддерживалась на одном уровне в течение всего периода вегетации. В то же время из опубликованных позднее работ известно, что количественный и качественный состав засоренности изменяется в течение сезона (Мелеце, 1983; Лучинский, Лучинский, 2004; Кириленко и др., 2005). На необходимость проводить оценку влияния сорняков на урожайность культурных растений в условиях естественного их произрастания в посевах указывалось ранее А.В.Воеводиным и А.Ф.Зубковым (1986). Исходя из этого требования не совсем правомочно выглядеть использование в качестве контроля чистых от сорняков делянок, поскольку едва ли в естественных условиях такие участки можно обнаружить на полях. К тому же современная стратегия защиты растений подразумевает не полное уничтожение сорной растительности в посевах. Поэтому, как нам представляется, наличие чистого контроля - совсем не обязательное условие при оценке вредоносности сорняков. Противоречит природе агрофитоценоза, представляющего собой кроме культуры целое сообщество сорных растений, изучение какого-либо отдельного вида. При этом не берется в расчет сложный механизм взаимодействия между сорными растениями, сказывающееся на продуктивности фитоценоза их совместное произрастание. Все эти моменты позволяют прийти к выводу, что получаемые таким способом оценки вредной роли сорняков едва ли можно признать адекватными. Тем не менее, подобного рода работы, в которых оценивалась вредоносность отдельных видов сорняков, можно было

встретить и гораздо позднее (Нестерова, Чуканова, 1981; Галлиев, Аспидова, 1985; Коровянская, Воеводин, 1985; Гулидов, Хрюкина, 1985; Тарасенко, 1987; Тюльменков и др., 1987; Воробьев и др., 1988; Пузилов, Кураков, 1988; Тарасенко, Воеводин, 1988; Литвинов, Михайлов, 1989; Миронова, 1990; Терещук, 1990; Яковец и др., 2000а). Однако со временем все больше стало появляться публикаций, в которых проводилась работа не с отдельными видами сорных растений, а с различными биологическими группами и естественными ассоциациями (Кондратенко, Воеводин, 1980; Андреев и др., 1983; Белов, Дайнеко, 1985; Сорока, 1986; Сонич, 1991; Иванцов, 1994; Николаева, Ладан, 1998; Панкова, 2000; Яковец и др., 2000б; Китаева, 2008). Ссылаясь на многолетний опыт в определении вредной роли сеgetальной растительности, Ю.Я.Спиридонов (2007) высказывает мнение о том, что уровень воздействия сорных растений на культурные более объективно удастся оценивать не по вредоносности отдельных видов, а в ассоциации. При этом уровень вредоносности отдельных видов целесообразно изучать в ситуации, когда вид занимает более 50% в ценозе сорняков.

Начиная с 1970-х годов исследователи начинают изучать тип связи между сорными и культурными растениями, полагая, что именно выбор наиболее близкого к существующей в природе типа зависимости является залогом успеха при оценке их вредоносности. Вот основные аппроксимации, используемые для этой цели разными авторами:

$$\text{линейная: } Y = bx \text{ (1), } Y = a + bx \text{ (2),}$$

$$Y = a + bx_1 + bx_2 + \dots + bx_i \text{ (3), } Y = a - b x \text{ (4),}$$

$$Y = abx \text{ (5),}$$

$$\text{показательная: } Y = Y_0 a^x \text{ (6), } Y = axb^x$$

$$\text{(7), } Y = a10^{bx} \text{ (8),}$$

$$\text{квадратическая: } Y = Y_0 - ax + a_1 x^2 \text{ (9),}$$

$$\text{степенная: } Y = ax^b \text{ (10),}$$

где  $Y$  - урожайность культуры при уровне засоренности  $x$ ;  $Y_0$  для 6, 9 формул и  $a$  для 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10 формул - ожидаемая урожайность культуры при  $x=0$ ;  $x$  - засоренность посева общая;  $x_i$  - засоренность отдельным видом сорняков;  $a$  для 6, 9 формул и  $b$  для 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10 формул - коэффициент регрессии, характеризующий величину снижения урожая на едини-

цу признака сорных растений ( $1 \text{ экз/м}^2$ ,  $1\%$  проективного покрытия/ $\text{м}^2$ ,  $1 \text{ г/м}^2$ ). Этот коэффициент А.Ф.Зубков (1973) назвал коэффициентом вредоспособности.

Д.Е.Ванин и В.С.Зуза (1981) поочередно использовали все математические модели, применяемые в качестве возможных, при оценке вредоносности сорных растений и сделали выбор в пользу линейной функции. В качестве аргументации сказано, что она выгодно отличается от других математических моделей простотой вычислений и логической интерпретацией полученных данных. По мнению А.Ф.Зубкова (1995), преобразование данных при использовании других математических моделей значительно затрудняет понимание и использование полученных оценок.

В.А.Захаренко (1968,1974,1995) высказал мнение, что наилучшие оценки вредоносности сорняков можно получить, выразив зависимость в виде монотонно убывающей функции (6), которая более выигрышна по сравнению с той же линейной или квадратической. Использование последних двух уравнений приемлемо при менее точных расчетах и при анализе зависимости урожая от уровня засоренности в небольшом интервале значений. Того же мнения придерживался Г.И.Баздырев (2002).

В.С.Зуза в своих более ранних работах (1974,1975) дает преимущество показательному уравнению (8) в получении более высокой точности оценки урожая по весу сорняков в сравнении со степенным и линейным, но оговаривает, что эти различия совсем незначительны. В то же время степенная функция удовлетворительно описывает изменения урожайности в середине интервала значений засоренности и дает завышенную оценку при высокой и, особенно, очень малой численности сорняков.

Т.А.Маханькова и А.В.Воеводин (1984) обосновывают преимущество в использовании уравнения под номером (7) тем, что величина рассчитанного коэффициента вредоносности практически не зависит от способа выражения засоренности, а теоретический урожай делянок, свободных от сорняков весь период вегетации, очень незначительно отличается от фактических величин. В более поздней работе Т.А.Маханьковой и Е.И.Кириленко (1990) оценка вредоносности сорных растений на посевах озимой пше-

ницы проводится с помощью линейного множественно-регрессионного анализа.

Нелинейность связи А.В.Воеводин (1985) аргументирует тем, что небольшое количество сорняков на единицу площади не снижает урожай, а максимальное его снижение происходит не при максимальной засоренности, а несколько ранее. А.М.Туликов (2002) также указывает на закономерность, что с увеличением численности сорняков скорость падения урожайности замедляется. По его мнению, при следовании линейной зависимости "сорняки - урожай" при расчетах ЭПВ они оказываются сильно заниженными.

Ю.А.Злобин (1987) подчеркивает, что теоретически зависимость урожая от уровня засорения криволинейна, но для упрощения расчетов вполне допустимо аппроксимировать ее прямой линией. А.Г.Таскаева и В.П.Таскаев (1990) также в большинстве случаев при математической обработке экспериментальных данных получали нелинейные зависимости урожайности от числа или массы сорняков. Есть мнение, что выраженная криволинейность функции урожайности сельскохозяйственных культур от засоренности наблюдается, как правило, в вегетационных и модельных опытах, где степень засоренности создается искусственно и включает варианты высокой плотности сорняков (Спиридонов и др., 2009). Л.П.Мелеце (1987) информирует о том, что хорошую аппроксимацию дают экспоненциальные функции. Так, наиболее высокий индекс детерминации был получен для функции  $Y = 10^{a+bx}$  или после линеаризующего преобразования  $lgY = a+bx$ . По мнению А.М.Туликова и А.М.Героняна (1989), наилучшим образом зависимость урожайности культуры от обилия сорных растений в ее посевах описывается экспоненциальным уравнением регрессии  $Y = ae^{-bx}+c$ . При этом данная математическая модель позволяет прогнозировать урожайность любой сельскохозяйственной культуры в любом интервале засоренности.

А.И.Кудрин с соавторами (1991) в качестве недостатка использования причинно-следственных связей между засоренностью и урожайностью, выраженных линейной зависимостью, упоминает о невозможности экстраполяции оценок вреда на очень большие численности сорняков.

Обзор литературы показал, что несмотря на явные противоречия среди исследователей, чаще других при изучении влияния сорных растений на урожайность сельскохозяйственных культур использовалась математическая модель линейного типа под номером (2) (Кондратенко и др., 1981; Шевченко, 1985; Андреев и др., 1986,1991; Воеводин, Зубков, 1986; Лысенко, Мажаев, 1986; Хомко, 1986; Зубков, 1987; Лазаускас, 1987; Алиев, Ладонин, 1990; Лабрада, Зубков, 1990,1991; Матвеев, 1990; Маханькова, Сергеев, 1990; Нарезная, 1999; Словоц, Хусейн, 2000,2005; Спиридонов, Шегурова, 2000; Гулидов и др., 1991,1995,1996; Хрюкина, 1991,1995; Хрюкина, Нарезная, 2000; Дряхлов, 2004; Филипчук и др., 2005; Якимович, 2006).

В 1983 г. вышли методические указания по оценке вредоносности сорных растений, разработаные небольшой группой сотрудников ВИЗР (Воеводин и др., 1983). В них предлагается к использованию два метода: с помощью модельных площадок и на основе постоянных учетных площадок. Первый из них по содержанию был очень схож с методом сравнения засоренных и чистых от сорных растений участков посева. Выдвигалось то же требование - обязательное наличие контроля и модельных площадок размером 1 м<sup>2</sup>, с формированием на них разной плотности отдельных видов сорняков или их сообществ. Важным продвижением явилось то, что зависимость урожайности от обилия сорных растений в полевом диапазоне имела линейный характер и выражается посредством регрессионного анализа. Этот метод был активно использован (Тарасенко, 1987; Корнилова, 1987; Корнилова, Воеводин, 1984,1987; Андреев и др., 1991), но в масштабах всей страны применения не нашел.

Второй метод, предложенный в этом методическом пособии А.Ф.Зубковым, предполагал использование маркированных постоянных площадок, на которых без нарушения естественных условий произрастания проводились учеты сорных растений в сопряженности с культурой. Размер постоянной площадки 0.1 м<sup>2</sup> для культур сплошного сева, по мнению автора, соответствует агроценоконсорции, такой наименьшей единице посева, где все растения непосредственно взаимодействуют друг с другом. Этот размер проб наиболее приемлем для изуче-

ния взаимоотношений с культурой как сорной растительности, так и любых входящих в ценоз организмов (Зубков, 1986,1989). К тому же уменьшение учетной площади значительно облегчает подсчет сорных растений и не приводит к снижению точности получаемых данных. Данная размерность учетной рамки при определении засоренности посевов рекомендуется и другими исследователями (Mullverstedt, 1986; Паденов, 1987). При большом обилии сорных растений на рамках с площадью 0.25 или 1 м<sup>2</sup> наиболее часто используемых и вполне подходящих при характеристике засоренности, получить точные значения вредоносности затруднительно. Однако, по мнению некоторых авторов (Васильев, Воеводин, 1980; Расиньш, Таурина, 1981), уменьшение размеров учетной площади приводит к смещению в распределении частот значений численности сорняков в сторону сильно скошенных статистических распределений, что затрудняет интерпретацию вычисленных средних значений их густоты стояния. Наши учеты плотности сорных растений на постоянных площадках 0.1 м<sup>2</sup> и наложенных на них рамках 0.25 м<sup>2</sup> показали близкие по значению результаты засоренности посевов нескольких культур, не имеющие между собой статистических различий. В посевах яровой пшеницы численность сорняков в пересчете на 1 м<sup>2</sup> составила 263.3 экз. по данным учета на постоянной площадке 0.1 м<sup>2</sup> и 260.8 экз. при подсчете в рамке 0.25 м<sup>2</sup>, на ячмене, соответственно, 317.9 и 316.8 экз./м<sup>2</sup>, на рапсе - 201.3 и 195.7 экз./м<sup>2</sup>.

Имеется в этой методике и очень важный момент, который предыдущие исследователи в своей работе учитывали крайне редко. А именно, А.Ф.Зубковым (1987) в связи с выявленной пассивной избирательностью мест произрастания сорняков в пользу более разреженных участков посева, уже от этого заранее менее урожайных, предлагается в качестве устранения влияния этого эффекта в уравнение множественной регрессии включать признак ранневесеннего стояния культуры (густота), когда вредное влияние сорных растений еще не проявилось. Отсутствие данной процедуры явно завьисит вредоносность сорной растительности, поскольку на таких участках урожайность культуры сама по себе будет ниже. Им было также высказано пожела-

ние проводить оценку роли сорных растений в формировании урожая с учетом влияния вредителей и болезней культурных растений, включая признаки этих объектов в регрессионные уравнения (Зубков, 1981,1983). Таким образом, удаётся получить наиболее адекватные показатели вредоносности организмов. А.Ф.Зубковым с коллегами (1984,1989) была проведена апробация этой методики. Позднее она применялась в работах А.А.Дмитриева (2003б), И.В.Лютых (2004), А.М.Шпанева (2004,2005,2010).

Альтернативой изданной в ВИЗР методике являлись рекомендации, разработанные коллективом авторов под руководством В.А.Захаренко (1985), не имеющие по содержанию серьезных отличий в оценке вредоносности сорняков от первого метода, предложенного А.В.Воеводиным (1983). Зависимость урожайности культуры от степени засоренности выражалась линейной функцией. Необходимое условие для ее применения - все то же наличие нескольких площадок, чистых от сорной растительности. Предлагаемый размер модельных площадок 1 м<sup>2</sup>. Производится выбор участков с равным стеблестоем, с одинаковыми по развитию растениями культуры и разной степени засоренности. Однако выбрать в изначально гетерогенном посеве равнозначные участки по густоте стеблестоя и условиям произрастания очень сложно, а соответствующая корректирующая статистическая процедура в методике не предусмотрена. Кроме того, согласно методике в течение вегетации следует поддерживать на каждой площадке количество сорняков, зафиксированное в первоначальной численности. Подобное требование предполагает отличие ситуации, складывающейся в опыте, от естественного развития фитоценоза в течение сезона, когда одни виды в более ранние сроки прекращают вегетацию, другие, наоборот, появляются позднее и вступают с остальными в своиственные им взаимоотношения. Для оценки вредоносности сорных растений эту методику использовали часто (Воробьев, Васецкий, 1986; Нарезная, 1989; Матвеев и др., 1990; Гулидов и др., 1991,1995,1996; Хрюкина, 1991,1995; Лысенко, Мажаев, 1994; Валяева, Байрамбеков, 1995; Сонич, 1997; Спиридонов, Шегурова, 2000; Хрюкина, На-

режная, 2000) и такие попытки имеются до сих пор (Якимович, Сорока, 2004; Якимович, 2006). Однако недостатки данного методического пособия очевидны, и полученные показатели вредной деятельности сорняков имеют определенную долю ошибки. Можно предположить переоценку вредной роли сорных растений, как за счет неучтенной избирательности сорняков в отношении мест произрастания, так и по причине отсутствия внимания к другим вредным объектам, также влияющим на культурные растения в процессе онтогенеза. В этом случае вредная деятельность фитофагов и фитопатогенов, повреждающих и поражающих культурные растения на этих же площадках, не учтенная при оценке вредоносности сорняков, автоматически приписывается последним.

Становится очевидно, что на данном этапе познания агробиоценоза как многофункциональной природной единицы подход к оценке вредоносности сорных растений должен быть максимально приближен к естественным условиям их произрастания с учетом всего комплекса организмов.

В качестве демонстрации биоценологического подхода при оценке вредоносности сорных растений воспользуемся собственным материалом, собранным в течение шести лет (2001-2004, 2007-2008 гг.) на полях гороха НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева Воронежской области (табл. 1).

Согласно методике А.Ф.Зубкова (1973) ежегодно в фазу двух настоящих листьев маркировались колышками и бечевкой постоянные площадки размером 0.1 м<sup>2</sup>, на которых четыре раза за вегетацию у сорняков и культуры учитывались численность, проективное покрытие, высота и фаза развития, а при уборке и масса. На этих же постоянных площадках одновременно с сорными растениями учету подлежали другие вредные организмы. Общее количество площадок за годы наблюдений составило 280 штук.

Обилие сорных растений в посеве гороха в фазу 5-6 листьев, по срокам приходящееся на третью декаду мая, существенно ( $P \geq 0.95$ ) различалось по годам в широких пределах - 37.6-139 экз./0.1 м<sup>2</sup>. Поэтому требовалось проведение процедуры элиминирования влияния межгодовых различий статистическими методами в обязательном порядке.

Таблица 1. Оценка вредоносности сорных растений в посевах гороха на юго-востоке ЦЧЗ с демонстрацией эффекта разных методических подходов

Признаки вредных объектов уравнения множественной регрессии	$\bar{x}_k$	$p$	$b$	$b \bar{x}_k$	$B\%$	$B\% \bar{x}_k$	$d_{Yk...}$
<i>Без устранения межгодовых различий и избирательности (<math>y = a + b_k x_k</math>)</i>							
Общая численность сорняков, экз./0.1 м <sup>2</sup>	66.1	-0.52*	-0.130	<b>8.59</b>	-0.50	<b>33.1</b>	0.268*
Общее проективное покрытие, %	19.3	-0.40*	-0.381	<b>7.35</b>	-1.53	<b>29.5</b>	0.160*
<i>С устранением только межгодовых различий (<math>y = a + b_k x_k</math>)</i>							
Общая численность сорняков, экз./0.1 м <sup>2</sup>	66.1	-0.09	-0.015	<b>0.99</b>	-0.08	<b>5.3</b>	0.007
Общее проективное покрытие, %	19.3	-0.18*	-0.101	<b>1.95</b>	-0.52	<b>10.0</b>	0.032*
<i>С устранением межгодовых различий и избирательности (<math>y = a + b_k x_k + \sum b_L x_L</math>)</i>							
Общая численность сорняков, экз./0.1 м <sup>2</sup>	66.1	-0.07	-0.012	<b>0.79</b>	-0.07	<b>4.6</b>	0.059*
Общее проективное покрытие, %	19.3	-0.26*	-0.146	<b>2.82</b>	-0.72	<b>13.9</b>	0.113*
<i>С устранением межгодовых различий и избирательности, с учетом биологических групп сорных растений (<math>y = a + \sum b_k x_k + \sum b_L x_L</math>)</i>							
Численность многолетников, экз./0.1 м <sup>2</sup>	1.6	-0.09	-0.260	0.42	-1.37	2.2	
Численность однолет. двудольн., экз./0.1 м <sup>2</sup>	37.1	-0.05	-0.009	0.33	-0.05	1.9	
Численность однолет. злаковых, экз./0.1 м <sup>2</sup>	26.5	-0.06	-0.021	0.56	-0.11	2.9	
Общие потери от сорняков				<b>1.31</b>		<b>7.0</b>	0.014
Проективное покрытие многолетниками, %	3.2	-0.17*	-0.189	0.61	-0.92	2.9	
Проективное покрытие однол. двудольн., %	11.6	-0.17*	-0.121	1.40	-0.59	6.8	
Проективное покрытие однол. злаковыми, %	4.5	-0.14*	-0.179	0.81	-0.88	4.0	
Общие потери от сорняков				<b>2.82</b>		<b>13.7</b>	0.063*
<i>С устранением межгодовых различий и избирательности, с учетом биологических групп сорных растений и влияния вредителей гороха (<math>Y = a + \sum b_k x_k + \sum b_L x_L</math>)</i>							
Численность многолетников, экз./0.1 м <sup>2</sup>	1.6	-0.09	-0.264	0.42	-1.17	1.9	
Численность однол. двудольных, экз./0.1 м <sup>2</sup>	37.1	-0.06	-0.011	0.41	-0.05	1.9	
Численность однол. злаковых, экз./0.1 м <sup>2</sup>	26.5	-0.03	-0.012	0.32	-0.05	1.3	
Общая степень повреждения листьев клубеньковыми долгоносиками, %	16.7	-0.04	-0.066	1.10	-0.29	4.8	
Заселенность растений гороховой тлей, %	24.7	-0.03	-0.027	0.67	-0.12	3.0	
Повр-ть зерен гороховой зерновкой, %**	29.4	0.14	0.071	-	-	-	
Повр-ть зерен гороховой плодояркой, %	11.1	-0.06	-0.042	0.47	-0.19	2.1	
Повр-ть зерен пятиточ. долгоносиком, %	13.1	-0.14*	-0.119	1.56	-0.53	6.9	
Общие потери от сорняков				<b>1.15</b>		<b>5.1</b>	0.069*
Проективное покрытие многолетниками, %	3.2	-0.18*	-0.197	0.63	-0.80	2.6	
Проект. покрытие однол. двудольными, %	11.6	-0.17*	-0.120	1.39	-0.49	5.7	
Проективное покрытие однол. злаковыми, %	4.5	-0.11*	-0.139	0.63	-0.57	2.6	
Общая степень повреждения листьев клубеньковыми долгоносиками, %	16.7	-0.06	-0.098	1.64	-0.40	6.7	
Заселенность растений гороховой тлей, %	24.7	-0.04	-0.033	0.82	-0.13	3.2	
Повр-ть зерен гороховой зерновкой, %**	29.4	0.14	0.069	-	-	-	
Повр-ть зерен гороховой плодояркой, %	11.1	-0.07	-0.052	0.58	-0.21	2.3	
Повр-ть зерен пятит. долгоносиком, %	13.1	-0.11*	-0.098	1.28	-0.40	5.2	
Общие потери от сорняков				<b>2.65</b>		<b>10.9</b>	0.113*

\*Коэффициенты существенны при  $P \geq 0.95$ .  $p$  и  $b$  - стандартизованный и натуральные коэффициенты регрессии из уравнений множественной регрессии.  $B\%$  - относительный коэффициент вредоносности.  $b x_k$  и  $B\% x_k$  - потери урожая в натуральных и относительных величинах.  $\bar{x}_k$  - среднее значение признаков фитосанитарных объектов.  $d_{Yk...}$  - соответствующая частная детерминация урожайности.  $X_L$  - сопутствующие признаки гороха с целью устранения избирательности:  $X_{12}$  и  $X_{52}$  - густота и высота растений гороха в фазу 5-6 листьев,  $X_{01}$  - общая фитомасса снопа (культура + сорняки) при уборке. \*\*Положительная регрессия гороховой зерновки с урожаем объясняется тем, что личинка питаясь зерном его не покидает и не влияет на его массу. Вред от гороховой зерновки определяется весовым способом.

Это достигается путем использования при расчетах регрессии внутригрупповых дисперсии и ковариации, то есть по строчке "остаточное варьирование" дисперсионного комплекса. Средняя за все годы исследованной густота сорняков в этот период составила 66.1 экз./0.1 м<sup>2</sup>, проективное покрытие - 19.3%. Из них на долю многолетников приходилось всего 2.4% (1.6 экз./0.1 м<sup>2</sup>), остальные 97.6% были представлены однолетними видами, из которых двудольных оказалось 57.6% (38.1 экз./0.1 м<sup>2</sup>), злаковых - 40% (26.5 экз./0.1 м<sup>2</sup>).

Оценку вредоносности сорных растений проведем на основе линейных уравнений множественной регрессии урожайности (Y) по признакам сорняков (X<sub>k</sub>) и характеристик посева, независимых от сорняков (X<sub>L</sub>):

$$Y = a + \sum b_k x_k + \sum b_L x_L,$$

с расчетом относительного коэффициента вредоносности V<sub>%</sub> от потенциального (без сорняков) урожая:

$$V_{\%} = 100b_k / (\bar{y} - \sum b_k \bar{x}_k) \text{ экз./0.1 м}^2.$$

Если межгодовые различия проигнорировать, то определение причиняемого сорняками вреда покажет сильную переоценку их значимости. В таблице 1 можно видеть, что после проведения процедуры элиминирования влияния межгодовых различий натуральные коэффициенты вредоносности сорняков как по численности, так и по проективному покрытию существенно уменьшились (в 9.3 и 3.8 раза), в результате значительно снизились показатели потери урожая (в 6.2 и 3 раза).

Еще один эффект, способный исказить показатели вредной деятельности сорных растений, - это их пассивная избирательность в пользу разреженных по густоте стояния гороха участков посева. Коэффициенты корреляции между густотой стеблестоя культуры и плотностью сорняков (r=-0.10\*, а также густотой стеблей гороха и проективным покрытием сорными растениями (r=-0.12\*) указывают на проявившуюся в опыте избирательность у сеgetалов произрастать в большем количестве на свободных от культуры фрагментах посева. По корреляционной матрице можно видеть тенденцию отрицательной связи густоты и проективного покрытия сорняков с высотой

культурных растений (r=-0.08 и r=-0.10), то есть большая засоренность будет на тех участках посева, на которых находятся менее развитые растения гороха. Устранение выявленной избирательности в отношении заведомо менее урожайных фрагментов посева снизит коэффициенты вредоносности сорных растений и потери урожая. Элиминирование эффекта избирательности, искажающего оценки вредоносности сорняков, достигается включением в уравнение множественной регрессии сопутствующих признаков культуры (X<sub>L</sub>) - густоты и высоты культурных растений в фазу 5-6 листьев. В качестве X<sub>L</sub> в уравнение включается также общая фитомасса снопа при уборке, как мощного интегративного признака, характеризующего гетерогенность условий произрастания растений на постоянных площадках. В ходе этих статистических процедур происходит коррекция коэффициентов вредоносности сорняков (табл. 1).

Таким образом, потери урожая от сорных растений, определенные при комплексном подходе с учетом биологических особенностей групп сеgetалов при устранении межгодовых различий и избирательности, оказались равными 1.15 ц/га (5.1%) при использовании в расчетах численности и 2.65 ц/га (10.9%) - проективного покрытия. Основной вред причиняли представленные в большем количестве и с большим проективным покрытием однолетние двудольные виды. Большая вредоносность (снижение урожая от 1 экз. или 1% проективного покрытия) свойственна многолетним видам (табл. 1).

При оценке вредоносности сорных растений важен правильный выбор признака, характеризующего засоренность. На основании литературных данных можно прийти к выводу, что более тесная связь прослеживается между массой сорных и культурных растений, а отсюда делается вывод о преимуществе именно этого показателя и попытки использования его при оценке вредоносности сорняков (Алабушев, Збраилов, 1980; Шевченко, 1985; Андреев и др., 1986, 1991; Лысенко, Мажаяев, 1986; Лазаускас, 1987; Жумаев, 1989; Маханькова, Кириленко, 1990; Маханькова, Сергеев, 1990; Таскаева, Таскаев, 1990; Ушаков и др.,

2000; Яковец и др., 2000а). Основное противоречие при использовании этой характеристики в том, что по ней определяется вредоносность сорняков уже при уборке урожая, и нет возможности представить, какой она была бы на начальном этапе развития, когда решается вопрос о необходимости проведения защитных мероприятий. Тем самым теряется и практическая значимость всей проделанной работы. Это отмечали и другие исследователи (Сонич, 1991). Отсюда следует, что признак должен характеризовать засоренность в оптимальный срок для защиты посевов на начальных этапах органогенеза, в критический период по отношению к сорнякам. Значит, предстоит сделать выбор между показателями численности и проективным покрытием. Густота стояния – более точно определяемый признак по сравнению с проективным покрытием, но зато последний отвечает и за качественную сторону засоренности. Обзор публикаций показал, что густота сорных растений для решения задачи оценки вредоносности использовалась гораздо чаще, чем проективное покрытие.

Проведенное нами сопоставление оценок вредоносности сорных растений, характеризующих численностью и проективным покрытием, продемонстрировало большое расхождение получаемых результатов. При участии в уравнении множественной регрессии признака проективное покрытие имеем более высокие коэффициенты вредоносности и потери урожая от сорняков (табл. 1). Можно видеть более тесную связь признака проективного покрытия с урожаем гороха: большинство из коэффициентов вредоносности сеgetалов являются статистически значимыми. Это может стать одним из существенных доводов в пользу использования признака проективного покрытия. Однако в этом случае практически стирается различие в причиняемом вреде многолетними и однолетними видами, тогда как при оценке сорняков их численностью различия хорошо просматриваются. Вывод: целесообразно провести оценки вредоносности параллельно, используя оба признака, предоставив право выбора наблюдателям. Проведение мониторинга засоренности посевов по проективному покрытию требует меньше времени, но более высокую квалификацию наблюдателя.

Важный момент при оценке вредоносности сорных растений – количество аргументов в одном уравнении множественной регрессии, характеризующих полную картину засоренности. Это может быть всего один аргумент – общая численность сеgetалов или общее проективное покрытие. Их может быть два, когда в одном уравнении множественной регрессии присутствуют многолетние и однолетние сорные растения, либо три аргумента – многолетние, однолетние двудольные и однолетние однодольные, каждый из которых характеризует определенную биологическую группу сорняков с разным уровнем воздействия на культуру. Выделение указанных трех групп сорных растений при оценке их вредоносности приводится в публикации А.П.Царева с коллегами (2001). Некоторые исследователи включали в уравнение регрессии только доминирующие сорняки (Воеводин, Зубков, 1983; Маханькова, Кириленко, 1990), другие добавляли к ним группу второстепенных сеgetалов (Маханькова, Сергеев, 1990), третьи предпочитали поодиночке оценивать вред хорошо развитых сорных растений, по высоте достигающих культуры, и мелких сорняков припочвенного яруса (Корнилова, 1987; Корнилова, Воеводин, 1987).

По нашим оценкам вредоносности сорняков с группировкой их на многолетние, однолетние двудольные и однолетние злаковые потери урожая оказываются более высокими, чем в том случае, если сорные растения характеризуются одним общим показателем. Эта разница составила 0.5 ц/га, или 2.4% и проявилась она только при использовании в расчетах густоты стояния сорняков. Многолетним сорным растениям оказалась свойственна значительно большая вредоносность, чем однолетним, среди которых злаковые по силе причиняемого гороху вреда в 2 раза превосходили двудольные виды.

Еще один важный момент в оценке вредоносности сорняков заключается в том, учитывается или нет комплексное воздействие на культуру других вредных вредоносных объектов, присутствующих на поле и учтенных на постоянных площадках. Чтобы учет взаимодействия влияний вредных видов на горох состоялся, в уравнение множественной регрессии к признакам сорных



растений и сопутствующим ранним признакам культуры добавляются признаки других, заметно себя проявляющих в посевах объектов. Для Юго-Востока Воронежской области таковыми являются клубеньковые долгоносики, гороховая тля, гороховая зерновка, гороховая плодоярка, пятиточечный долгоносик. Как следствие, снова корректируются коэффициенты вредоспособности сорняков. Но заметные изменения касаются только однолетних злаковых, у которых коэффициент снижается, что влечет за собой уменьшение потерь от этой группы сеgetалов и в целом от всех сорняков. Оно составило 0.16 ц/га (1.9%) при использовании в расчетах показателя численности и 0.17 ц/га (2.8%) - проективного покрытия. Снижение коэффициента вредоспособности у однолетних злаковых сорняков явилось следствием положительного

взаимодействия их густоты с поврежденностью зерен личинками пятиточечного долгоносика ( $r=0.11$ ). Это можно интерпретировать так, что на постоянных площадках, сильнее засоренных однолетними злаковыми видами, больше повреждалось зерен пятиточечным долгоносиком. Поэтому при отсутствии в уравнении признака данного вредителя злаковым сорнякам приписывается и часть причиняемого вреда фитофагом, за счет чего происходит переоценка роли данной группы сеgetалов.

В целом коэффициенты вредоносности (вредоспособности) сорных растений, определенные нами за период многолетних исследований на горохе и других культурах Юго-Востока ЦЧЗ (Лаптев и др., 2008, 2009, 2010), оказались более низкими по сравнению с имеющимися в литературе (табл. 2).

Таблица 2. Опубликованные в литературе коэффициенты вредоносности  $b$  (потери урожая от 1 сорняка на  $m^2$  в ц/га) сорных растений разных культур и регионов

<b>Краснодарский край</b> (Денисенкова и др., 2001)			<b>Западная Сибирь</b> (Ионин, 1992)		
Смешанная популяция	Кукуруза	0.50	Бодяк полевой	Яр. пшеница	0.09
	Сах. свекла	3.60	Вьюнок полевой		0.09
	Соя	0.20	Осот полевой		0.09
<b>Воронежская область</b> (Хрюкина, 1995, 2005; Гулидов, Харченко, 1991)			Овсяг обыкновенный		0.08
Смешанная популяция	Оз. пшеница	0.02-0.14	Гречиха татарская		0.07
	Яр. пшеница	0.04-0.15	Пикульник, виды		0.06
	Ячмень	0.04-0.15	Щирица, виды		0.03
	Просо	0.06	Марь, виды		0.03
Сообщество из подмаренника цепкого, горчицы полевой, чистеца однолетнего	Яр. пшеница, ячмень	0.02-0.05	Ежовник обыкновенный		0.02
			Щетинник, виды		0.02
Бодяк щетинистый		0.37	<b>Среднее Поволжье</b> (Морозов и др., 1999)		
Ярутка полевая	Оз. пшеница	0.47-0.55	Смешанная популяция	Оз. рожь	0.29
Пастушья сумка		0.01-0.05		Яр. пшеница	0.23
Живокость полевая		0.01-0.05		Ячмень	0.20
Подмаренник цепкий		0.47-0.55		Горох	0.17
Подмаренник цепкий	Яр. пшеница,	0.15	<b>Ульяновская область</b> (Матвеев и др., 1990)		
Чистец однолетний	ячмень	0.16	Популяция из малолетников	Оз. рожь	0.06-0.17
Горчица полевая		0.13		Яр. пшеница	0.10-0.44
Щирица запрокинутая		0.04		Ячмень	0.29-0.33
Марь белая		0.01		Горох	0.07-0.12
				Кукуруза	1.24-6.60
<b>Юго-Восток Центрального Черноземья</b> (Лаптев и др., 2008, 2009, 2010, 2011)			<b>Нечерноземная зона</b> (Словцов, Али Мухаммед Эльтаеб Хусейн, 2000; Спиридонов, Шегурова, 2000)		
Многолетние	Оз. рожь	0.18	Смешанная популяция	Оз. пшеница	0.07
	Оз. пшеница	0.07		Яр. пшеница	0.03
	Яр. пшеница	0.11	Популяция с преобладанием зимующих и мног. корнеотпрысковых	Оз. пшеница	0.09-0.15
	Ячмень	0.02			
	Горох	0.05			

Однолетние двудольные	Оз. рожь	0.001	<b>Лесостепная зона Украины</b> (Зуза, 1984)		
	Оз. пшеница	0.01	Смешанная популяция	Оз. пшеница.	0.12
	Яр. пшеница	0.02		Яр. пшеница	0.05
	Ячмень	0.002		Просо	0.12
	Горох	0.002		Сах. свекла	2.74
Однолетние злаковые	Яр. пшеница	0.003	<b>Республика Беларусь</b> (Якимович, 2006)		
	Горох	0.003	Смешанная популяция	Просо	0.07-0.18
<b>Южный Урал</b> (Таскаева, Таскаев, 1990)			<b>Страны Прибалтики</b> (Мелеце, 1983а)		
Смешанная популяция	Яр. пшеница	0.03-0.04	Однолетние двудольные	Оз. пшеница	0.05
	Ячмень	0.03-0.04			
Бодяк щетинистый	Яр. пшеница	0.07			
	Ячмень	0.04			

Таким образом, используя для оценки вредоносности сорных растений методику постоянных замаркированных площадок и методы статистической обработки собранной на них информации с элиминированием искажающих оценки вредоносности факторов, потери урожая гороха при столь сильной засоренности оказались в пределах 5-11%. Эти потери урожая соответствуют проективному покрытию сорняков равному 19.1%. При этом средняя фактическая урожайность гороха за годы исследований при такой засоренности составила 17.5 ц/га. Если исходить из того, что ЭПВ<sub>5%</sub> сорных растений составляет 10-12%

проективного покрытия (Танский и др., 2000), то полученные нами оценки вредоносности не кажутся сильно заниженными.

Дальнейший этап исследований – оценка вредоносности сорных растений в основных природно-климатических зонах на базе полных стационаров научно-исследовательских институтов по одним и тем же согласованным методическим рекомендациям. Это послужит основой для рационального и научно обоснованного применения средств защиты против сорных растений, исключая случаи неоправданного их использования во вред природе и сельскохозяйственному производителю.

#### Литература

Алабушев В.А., Збраиллов А.Ф. Методика изучения критериев конкуренции и порогов вредоносности сорняков в посевах полевых культур // Приемы повышения урожайности с.-х. культур. Персиановка, XV, 1, 1980, с. 77-81.

Алиев А.М., Ладонин В.Ф. Вредоносность сорных растений // Защита растений, 1990, 5, с. 15-16.

Андреев А.С., Сорока С.В., Сорока Л.И. Видовой состав, распространение и вредоносность сорняков в посевах озимой пшеницы в БССР // II Всесоюзное совещание. Общие проблемы биогеоценологии. М., 1986, с. 123.

Андреев А.С., Терещук В.С., Шевчук А.А. Оценка критического периода и порога вредоносности сорняков в посевах ячменя // Защита растений. Минск, 1991, вып. 10, с. 79-85.

Андреев А.С., Шевчук А.А., Сонич Н.М. Вредоносность сорных растений в посевах ячменя // Пути дальнейшего совершенствования защиты растений в республиках Прибалтики и Белоруссии. Рига, 1983, 3, с. 4-7.

Баздырев Г.И. Концепция современной системы защиты полевых культур от сорных растений // Плодородие, 2002, 5 (8), с. 7-10.

Безруков М.В. Засоренность посевов и урожай // Приемы повышения урожайности с.-х. культур. Элиста, 1975, с. 58-60.

Безруков М.В., Пономарев В.И. Влияние засоренности на урожай полевых культур // Приемы

повышения урожайности с.-х. культур. Элиста, 1975, с. 182-185.

Белов Г.Д., Дайнеко Г.И. Вредоносность сорняков // Защита растений, 1985, 11, с. 29-30.

Валяева З.Б., Байрамбеков Ш.Б. Агробиологическая оценка вредоносности сорных растений в посевах томатов и арбуза // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности. Пушкино, 1995, с. 42-44.

Ванин Д.Е., Зуза В.С. Об оценке вредоносности сорняков // С.-х. биология, 1981, XVI, 2, с. 307-312.

Васильев С.В., Воеводин А.В. Теоретические и методические предпосылки учета сорных растений на основе математических вероятностных распределений // Сб. тр. ВИЗР. Л., 1980, с. 91-103.

Воеводин А.В. Методические указания по перспективному изучению сорняков и гербицидов. Л., 1973, 19 с.

Воеводин А.В. Вредоносность сорных растений на зерновых культурах // Бюлл. ВИЗР, 1985, 62, с. 47-52.

Воеводин А.В., Зубков А.Ф., Корнилова Е.Н. Методические указания по оценке вредоносности сорных растений на зерновых культурах. Л., 1983, 27 с.

Воеводин А.В., Зубков А.Ф. Методические приемы оценки вредоносности сорных растений // С.-х. биология, 1986, 1, с. 57-62.

Воробьев Н.Е., Васецкий В.Ф. Пороги вредонос-

ности сорняков в посевах лука // Овощеводство и бахчеводство. Киев, 1986, 31, с. 18-21.

Воробьев Н.Е., Сильбаева Б.М., Шабанова Е.М. Вредоносность сорных растений и конкурентоспособность с.-х. культур // Борьба с сорняками при возделывании с.-х. культур. М., 1988, с. 199-206.

Галлиев М.С., Аспидова Ж.В. Влияние плотности засорения посадок марью белой и гречишской развесистой на урожай клубней картофеля // Бюлл. ВИЗР, 1985, 62, с. 53-55.

Гулидов А.М., Хрюкина Е.И. Вредоносность сорных растений в посевах ячменя // Защита растений в условиях интенсификации с.-х. производства. Воронеж, 1985, с. 82-87.

Гулидов А.М., Харченко В.Д. Вредоносность сорных сообществ и критический период вредоносности сорняков на посевах проса // Интегрированная защита растений в условиях интенсивного с.-х. производства. Воронеж, 1991, с. 81-88.

Гулидов А.М., Хрюкина Е.И., Харченко В.Д., Нарежная Е.Д. Совершенствование химического метода борьбы с сорной растительностью // Интегрированная защита растений от вредных организмов. Воронеж, 1991, с. 48-65.

Гулидов А.М., Хрюкина Е.И., Харченко В.Д., Нарежная Е.Д. Защита зерновых культур от сорной растительности в ЦЧР // Защита растений в условиях реформирования АПК: экономика, эффективность, экологичность. СПб, 1995, с. 404-405.

Гулидов А.М., Нарежная Е.Д., Хрюкина Е.И., Харченко В.Д., Милованова З.Г. Об эффективности применения гербицидов в посевах зерновых культур ЦЧР // Защита с.-х. культур от вредителей, болезней и сорняков. Воронеж, 1996, с. 66-78.

Денисенкова Р.Н., Савва А.П., Угрюмов Е.П. Гербиологические аспекты борьбы с сорняками // Биологизация защиты растений: состояние и перспективы. Краснодар, 2001, Ч. 1, с. 63.

Дмитриев А.А. Вредоспособность видов сорных растений в посевах льна долгунца // Вестник защиты растений, 2003а, 2, с. 67-69.

Дмитриев А.А. Комплексная вредоносность сорняков, болезней и вредителей в посевах льна-долгунца // Автореф. канд. дисс. СПб, 2003б, 17 с.

Дряхлов А.А. Вредоносность сорняков в посевах льна масличного // Научно-техн. бюлл. ВНИИМК. Краснодар, 2004, 2 (131), с. 85-86.

Жуков В.Н. Комплексная вредоносность сорняков полевого севооборота Каменной Степи (ЦЧП). СПб, 2004, 87 с.

Жумаев Е.Д. Вредоносность сорных растений в посевах озимой пшеницы при ее интенсивном возделывании в зоне орошения // Зональные основы интенсивной технологии возделывания с.-х. культур на юго-востоке Казахстана. Алма-Ата, 1989, с. 34-39.

Захаренко В.А. Изучение конкурентной способности сорных и культурных растений в связи с применением гербицидов // Химия в сельском хозяйстве, 1968, 6, с. 47-52.

Захаренко В.А. Использование показателей предельных уровней засоренности посевов для экономически обоснованного применения гербицидов // Химия в сельском хозяйстве, 1974, 12, 2, с. 70-75.

Захаренко В.А. Современные аспекты экономики и экологии химического метода защиты посевов

от сорных растений // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности. Пушкино, 1995, с. 204-215.

Захаренко В.А. и др. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур. М., 1985, 23 с.

Захаренко В.А. Состояние и перспективы развития практической защиты посевов от сорняков, ее научного обеспечения // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства. Голицыно, 2005, с. 7-21.

Злобин Ю.А. Как определить пороги вредоносности сорняков // Защита растений, 1987, 9, с. 52-53.

Зубков А.Ф. Методические указания по оценке агробиоценологических связей с помощью путевого регрессионного анализа. Л., 1973, 44 с.

Зубков А.Ф. Вредоносность насекомых, повреждающих всходы сахарной свеклы в средней полосе Западной Сибири // Энтомологическое обозрение, 1973, 52,2, с. 273-286.

Зубков А.Ф. Методические указания по оценке вредоносности комплекса вредных организмов при помощи путевого регрессионного анализа. Л., 1981, 32 с.

Зубков А.Ф. Методика оценки комплексной вредоносности организмов на зерновых культурах. Л., 1983, 44 с.

Зубков А.Ф. Агробиоценологические аспекты оценки влияния вредных организмов на урожай сельскохозяйственных культур // Труды ВЭО. Общая энтомология. М., 1986, 68, с. 137-140.

Зубков А.Ф. Остаточная вредоносность сорняков на озимой пшенице после применения гербицида 2,4-Д // Совершенствование химического метода борьбы с сорняками. Л., 1987, с. 29-34.

Зубков А.Ф. Биоценологическая оценка комплексной вредоносности организмов на полевых культурах // Сельскохозяйственная биология, 1989, 3, с. 114-123.

Зубков А.Ф. Агробиоценологическая фитосанитарная диагностика. СПб, 1995, 386 с.

Зубков А.Ф., Корнилова Е.Н., Гапонова А.Г. и др. Оценка потерь урожая озимой пшеницы, вызываемых комплексом вредных организмов // Вест. с.-х. науки, 1984, 68, с. 87-95.

Зубков А.Ф., Щекочихина Р.И., Ломовской С.М. и др. Комплексная вредоносность сорняков, вредителей и болезней озимой пшеницы // Вест. с.-х. науки, 1989, 12, с. 129-132.

Зуза В.С. Регрессионный анализ в изучении взаимоотношений культурных растений и сорняков // С.-х. биология, 1974, IX, 6, с. 838-843.

Зуза В.С. Некоторые математические модели зависимости между засоренностью и урожаем культурных растений (на примере проса) // Биол. науки, 1975, 6, с. 129-135.

Зуза В.С. К вопросу потерь урожая от сорняков // Земледелие, 1984, 9, с. 48-49.

Иванцов Н.К. Вредоносность сорняков в посевах льна-долгунца // Технические культуры, 1994, 2, с. 15

Ионин П.Ф. Борьба с сорняками при интенсификации земледелия Западной Сибири. Омск, 1992, 256 с.

Кириленко Е.И., Маханькова Т.А., Лунева Н.Н., Редюк С.И. Динамика засоренности посевов зерновых культур в Ростовской области и гербициды в борьбе с сорняками // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства. Голицыно, 2005, с. 113-121.

Китаева Л.М. Пороги вредоносности сорных растений в посевах лядвенца рогатого // Защита растений, 2008, вып. 32, с. 9-13.

Кондратенко В.И., Воеводин А.В. Вредоносность сорных растений в посевах овощных культур // Бюлл. ВИЗР, 1980, 49, с. 38-44.

Кондратенко В.И., Сергеев Г.Е., Воеводин А.В. Оценка конкурентной способности культурных и сорных растений в агрофитоценозах овощных культур с помощью множественного регрессионного и корреляционного анализов // Бюлл. ВИЗР, 1981, 51, с. 67-74.

Корнилова Е.Н. Обоснование применения гербицидов на основе изучения вредоносности сорняков в посевах озимой пшеницы // Бюлл. ВИЗР, 1987, 68, с. 72-75.

Корнилова Е.Н., Воеводин А.В. Вредоносность подмаренника цепкого в посевах озимой пшеницы // Бюлл. ВИЗР, 1984, 58, с. 50-54.

Корнилова Е.Н., Воеводин А.В. Вредоносность сорных растений на посевах озимой пшеницы // Совершенствование химического метода борьбы с сорняками. Л., 1987, с. 22-29.

Коровянская Е.Н., Воеводин А.В. Сорные маки в агроценозах озимой пшеницы на Ставрополье // Бюлл. ВИЗР, 1985, 59, с. 40-44.

Кудрин А.И., Петрова Н.В., Коломийцев П.П. Методические указания по экотопографической оценке вредоносности сорняков. Ставрополь, 1991, 38 с.

Лабрада Р., Зубков А.Ф. Оценка вредоносности сорняков по материалам полевых опытов с гербицидами // Актуальные проблемы современной гербиологии. Л., 1990, с. 45-46.

Лабрада Р., Зубков А.Ф. Вредоносность сорных растений на Кубе // Бюлл. ВИЗР, 1991, 75, с. 44-49.

Лазаускас П.М. Закон продуктивности посевов и его применение // Защита с.-х. растений в условиях применения интенсивных технологий. Минск, 1987, 3, с. 45-46.

Лаптиев А.Б., Шпанев А.М., Гончаров Н.Р. Технология защиты озимых зерновых культур от комплекса вредных объектов на юго-востоке ЦЧР. СПб, 2008, 24 с.

Лаптиев А.Б., Шпанев А.М., Гончаров Н.Р. Технология защиты гороха от комплекса вредных объектов на юго-востоке ЦЧР. СПб, 2009, 23 с.

Лаптиев А.Б., Шпанев А.М., Гончаров Н.Р., Петрухина А.В. Технология защиты яровых зерновых культур от комплекса вредных организмов на юго-востоке ЦЧР. СПб, 2010, 24 с.

Литвинов И.А., Михайлов А.Н. Вредоносность сорных растений в посевах кукурузы в условиях юго-восточной лесостепи УССР // Современные методы борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания с.-х. культур. М., 1989, с. 73-78.

Лучинский С.И., Лучинский А.С. Динамика засоренности посевов подсолнечника на протяжении

вегетационного периода в условиях Краснодара // Труды Кубан. гос. аграр. ун-та. Краснодар, 2004, Вып. 409(437), с. 56-60.

Лысенко А.К., Мажаев А.В. Экономические пороги вредоносности ежовника обыкновенного // Кукуруза и сорго, 1986, 6, с. 30-31.

Лютых И.В. Вредоносность комплекса вредителей, болезней и сорняков на посевах яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья // Автореф. канд. дисс. Новосибирск, 2004 21 с.

Матвеев В.П., Морозов В.И., Петухов Е.А., Джалилов Р.Э. Прогнозирование засоренности полей // Земледелие, 1990, 8, с. 75-78.

Маханькова Т.А., Воеводин А.В. Вредоносность сорняков на посевах хлопчатника // Бюлл. ВИЗР, 1984, 58, с. 55-60.

Маханькова Т.А., Кириленко Е.И. Вредоносность сорных растений на посевах озимой пшеницы // Актуальные проблемы современной гербиологии. Л., 1990, с. 42-43.

Маханькова Т.А., Сергеев Г.Е. Вредоносность основных сорных растений в посевах средневолокнистого хлопчатника // Актуальные проблемы современной гербиологии. Л., 1990, с. 48-49.

Мелеце Л.П. Изучение видового состава и сезонной динамики сорняков на посевах зерновых в условиях Латвийской ССР // Бюлл. ВИЗР, 1983, Т. 57, с. 28.

Мелеце Л.П. К вопросу о вредоносности однолетних двудольных сорняков на посевах ярового ячменя и озимой пшеницы // Пути дальнейшего совершенствования защиты растений в республиках Прибалтики и Белоруссии. Рига, 1983а, III, с. 16-17.

Мелеце Л.П. Вредоносность малолетних двудольных сорняков на зерновых // Изв. Академии наук Латвийской ССР. Рига, 1987, 3, с. 104-106.

Миронова Г.В. Вредоносность сорняков на культурах зернопаропропашного севооборота // Защита растений от сорняков, вредителей и болезней. Новосибирск, 1990, 3, с. 6-10.

Морозов В.И., Злобин Ю.А., Куликова А.Х. Сорные растения и регулирование засоренности на сельскохозяйственных угодьях Среднего Поволжья. Ульяновск, 1999, 198 с.

Нарежная Е.Д. Гербициды на озимой пшенице // Защита и карантин растений, 1999, 5, с. 14.

Нестерова О.А., Чуканова О.В. Вредоносность преобладающих видов сорняков в посевах пшеницы // Сибирский вестник с.-х. науки, 1981, 5, с. 9-13.

Николаева Н.Г., Ладан С.С. Вредоносность сорняков // Земледелие, 1998, 1, с. 20-22.

Паденов К.П. Влияние величины и количества учетных площадок на точность учета сорняков // Защита растений. Минск, 1978, вып. 11, с. 160-164.

Панкова В.И. Вредоносность сорняков для культуры томатов в условиях Дагестана // Фитосанитарная ситуация на посевах сельскохозяйственных культур юга России и экологизация систем защиты растений. Краснодар, 2000, с. 38-39.

Попов В.Г., Раскин М.С., Груздев Г.С. О вредоносности горчачка ползучего *Ascroptilon repens* (L.) D.C. в агрофитоценозах // Известия ТСХА, 1973, 2, с. 221-223.

Пузилов Л.С., Кураков В.И. Вредоносность сор-

ных растений на посевах сахарной свеклы в лесостепной зоне Воронежской области // Пути интенсификации и свекловодства и производства сахара, 1988, с. 89-98.

Расиньш А.И., Таурина М.П. Рационализация учета плотности сорняков // Защита растений в республиках Прибалтики и Белоруссии. Вильнюс, 1981, 1, с. 76-77.

Светлов А.П. Экономическая оценка эффективности применения гербицидов // Защита растений в условиях реформирования АПК: экономика, эффективность, экологичность. СПб, 1995, с. 17-18.

Словцов Р.И., Али Мухаммед Эльтаеб Хусейн Засоренность посевов озимой и яровой пшеницы и пороги вредности сорных растений // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. Голицыно, 2000, с. 55-57.

Словцов Р.И., Али Мухаммед Эльтаеб Хусейн Обоснование и эффективность применения комплексных гербицидов в посевах зерновых культур // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства. Голицыно, 2005, с. 236-251.

Сонич Н.М. Вредность однолетних двудольных сорняков в семенном посеве ярового рапса // Защита растений. Минск, 1991, вып. XVI, с. 100-104.

Сонич Н.М. Рациональное применение гербицидов в посевах ярового рапса // Актуальные проблемы фитовирусологии и защиты растений. Минск, 1997, с. 168-170.

Сонкина Н.В., Сорока С.В. Пороги вредности сорных растений в посадках картофеля // Защита растений. Минск, 2004, вып. 28, с. 20-31.

Сорока С.В. Вредность двудольных зимующих сорняков в посевах озимой пшеницы // Вестник Академии наук БССР. Сер. с.-г. наук, 1986, 2, с. 52-55.

Стрижков Н.И. Пороги вредности сорных растений и оптимальные сроки применения гербицидов на культурах // Зерновое хозяйство, 2007, 3-4, с. 39.

Спиридонов Ю.Я. Методические основы изучения вредности сорных растений // Агротехника, 2007, 3, с. 68-77.

Спиридонов Ю.Я., Шегурова Н.В. Основные засорители посевов озимой пшеницы и их вредность в южной части Нечерноземья // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. Голицыно, 2000, с. 35-38.

Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М., 2009, 247 с.

Танский В.И., Левитин М.М., Павлюшин В.А., Бузов В.Н., Гончаров Н.Р., Зубков А.Ф., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И., Сухорученко Г.И. Методические рекомендации по совершенствованию интегрированной защиты зерновых культур от вредных организмов. СПб, 2000, 56 с.

Тарасенко В.И. Совершенствование химического метода борьбы со злаковыми сорняками в посевах яровой пшеницы Северного Казахстана // Бюлл. ВИЗР, 1987, 68, с. 76-78.

Тарасенко В.И., Воеводин А.В. Вредность основных сорняков посевов яровой пшеницы // Бюлл. ВИЗР, 1988, 70, с. 92-96.

Таскаева А.Г. Теория и практика борьбы с сорной растительностью при интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур на Южном Урале // Борьба с сорняками при возделывании с.-х. культур. М, 1988, с. 66-71.

Таскаева А.Г., Таскаев В.П. Определение коэффициента вредности сорняков // Земледелие, 1990, 8, с. 73-75.

Терентьев О.В.; Корчагин В.А. Экологически безопасные приемы борьбы с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур в Самарском Заволжье // Проблемы земледелия Среднего Поволжья. Самара, 1997, с. 157-160.

Терещук В.С. Пороги вредности мари белой и ромашки непахучей в посевах ячменя // Актуальные проблемы современной гербологии. Л., 1990, с. 46-48.

Туликов А.М. Вредность сорных растений в посевах полевых культур // Известия ТСХА, 2002, вып. 1, с. 92-107.

Туликов А.М., Геронян А.М. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от степени засоренности посевов // Известия ТСХА, 1989, вып. 3, с. 28-31.

Тюльменков Е.Л., Бондаренко Э.В., Роговиков В.Я. Комплексная система борьбы с сорняками в севообороте и ее влияние на вредителей и болезни с.-х. культур // Защита с.-х. растений в условиях применения интенсивных технологий. Минск, 1987, 3, с. 43-45.

Ушаков Р.Н., Костин Я.В., Асеева Н.Н. Агроэкологический подход к вредности сорных растений // Земледелие, 2000, 4, с. 43.

Филипчук О.Д., Лысенко А.Е., Свириденко Н.И. Оперативный (краткосрочный) прогноз засоренности табака (для предгорной зоны Северо-Кавказского региона) // Производство экологически безопасной продукции растениеводства. Пушкино, 1995, с. 313-318.

Харченко В.Д. Совершенствование химического метода борьбы с сорняками на посевах проса в Центрально-Черноземном регионе // Автореф. канд. дисс. М., 1992, 22 с.

Хомко Л.С. Определение порога вредности сорняков // Земледелие, 1986, 10, с. 50-51.

Хрюкина Е.И. Вредность бодяка полевого и совершенствование борьбы с ним в системе основной обработки почвы под кукурузу // Интегрированная защита растений в условиях интенсивного с.-х. производства. Воронеж, 1991, с. 62-70.

Хрюкина Е.И. Вредность сорных растений в посевах озимой пшеницы // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности. Пушкино, 1995, с. 39-41.

Хрюкина Е.И. Об эффективности применения гербицидов в посевах зерновых культур Центрального Черноземья. /Фитосанитарное оздоровление экосистем. СПб, 2005, Т. II, с. 418-420.

Хрюкина Е.И., Нарезная Е.Д. Эффективность гербицидов в борьбе с наиболее злостными сорняками зерновых культур Центрального Черноземья // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. Голицыно, 2000, с. 133-136.

Царев А.П., Денисов Е.П., Калмыков С.И., Под-

горнов Е.В., Халтурин А.Б. Зависимость урожайности кукурузы от засоренности посевов // Кукуруза и сорго, 2001, 2, с. 8-9.

Шевченко М.С. Вредоносность сорных растений и повышение достоверности методов ее определения // Мат. IV Всес. научно-практич. конф. молодых уч. и специалистов по проблемам кукурузы. Днепропетровск, 1985, 1, с. 159-160.

Шпаар Д., Сорока С.В., Варгемберг Г. Возможности снижения расхода гербицидов в экологически обоснованном земледелии // Инф. бюлл. ВПРС МОББ. СПб, 2002, 33, с. 179-190.

Шпанев А.М. Комплексная вредоносность вредителей, болезней и сорняков на просе в Каменной Степи (ЦЧП) // Автореф. канд. дисс. СПб, 2004, 19 с.

Шпанев А.М. О комплексной вредоносности паразитов, болезней и сорняков на посевах проса Юго-Востока Центрально-Черноземной зоны // Сельскохозяйственная биология, 2005, 3, с. 77-84.

Шпанев А.М. Вредные организмы на озимой тритикале в условиях Юго-Востока ЦЧЗ: видовой состав, распространенность, вредоносность // Вестник защиты растений, 2010, 2, с. 15-23.

Якимович Е.А. Биологическое обоснование химической защиты посевов проса от сорных растений // Автореф. канд. дисс. Минск, 2006, 18 с.

Якимович Е.А., Сорока С.В. Пороги вредоносности сорных растений в посевах проса // Защита растений, 2004, 28, с. 49-55.

Яковец В.П., Яковец В.И., Лысачева Г.И., Бойко Р.М., Спиридонов Ю.Я., Раскин М.С. Распространение и вредоносность осота желтого в посевах зерновых культур и меры борьбы с ним // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. Голицыно, 2000а, с. 245-248.

Яковец В.П., Лысачева Г.И., Мороховец Т.В., Басай З.В., Яковец В.И. Вредоносность и видовой состав сорных растений в посевах сои в Приморском крае // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. Голицыно, 2000б, с. 66-69.

Dew D.A., Koys C.H. An index of competitions for estimating loss of rape due to wild outs // Canada J. of plant science, 1976, 56, 4, p. 1005-1006.

Friesen H. Some current weed control research findings and practices in Western Canada // Proc. II Brit. Weed. Conf., 1972, p. 1155-1160.

Mullverstedt R. Regionale Einflüsse spielen mit // DLG-Mitteilungen, 1986, 3, s. 118-121.

Pallutt B., Roder W. Zur Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit von unkrautbedingten Korntragsverlusten bei Wintergetreide // Zeitschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz, Sonder-heft XIII, 1992, s. 129-137.

Roder W., Peters I. Konkurrenz-Indizes, biologisch-okologische Kenndaten zur Wertung der Ertragsbeeinflussung der Unkrautspezies bei Getreide // Tag.-Ber. /Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR. Berlin, 1990, 286, s. 57-61.

## APPROACHES TO THE ESTIMATION OF HARMFULNESS OF WEED PLANTS IN AGROCENOSSES

A.M.Shpancev

The analysis of the publications on estimations of harmfulness of weed plants in crops of various agricultural cultures was carried out. The published results were compared with original data produced with use of a method of small constant marked plots that were allocated in the beginning of vegetation season, being surveyed till harvesting. The multiple regression analysis of yield by the density of biological groups of weeds was used. Elimination of annual variation and of passive selectivity of growth places by weeds is important.

*Keywords: weeds, harmfulness, factors of harmful ability, yield losses, multiple regression.*

A.M.Шпанев, к.б.н., ashpancev@mail.ru

УДК 633.16:632.482.11/.938.1

## УСТОЙЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ КУЛЬТУРНОГО (*HORDEUM VULGARE* L.) К МУЧНИСТОЙ РОСЕ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ДАГЕСТАНА

Б.А. Баташева

Дагестанская опытная станция ВНИИР им. Н.И.Вавилова, Дербент

Наиболее эффективный способ защиты урожая сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей - создание и возделывание устойчивых сортов. Первым этапом на пути к решению этой задачи является изучение разнообразия мировых растительных ресурсов, сосредоточенных в коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова (ВИР), где мировой генофонд *Hordeum vulgare* L. представлен огромным потенциалом для изучения полиморфизма культур, систематических групп, сортов по их реакции на патогенные микроорганизмы и условия среды обитания, обусловленные длительным эволюционным становлением растений.

В условиях вертикальной зональности Дагестана с различными почвенно-климатическими условиями требования, предъявляемые к сорту, также различны. Гидротермический режим южно-плоскостного Дагестана с характерным для него сочетанием высокой атмосферной влажности и повышенной температуры воздуха в период вегетации растений благоприятствует развитию мучнистой росы ячменя

*Blumeria graminis* (DC) Speer. Постоянно наблюдаемый в регионе высокий уровень естественного инфекционного фона позволяет достоверно оценить резистентность образцов к данному патогену (Баташева, 2002).

При изучении внутривидового разнообразия культуры по селекционно-ценным признакам интерес представляют все варианты изменчивости: устойчивые - как ценный исходный материал; чувствительные - как «тестеры» при изучении генетики признаков, а умеренно устойчивые сорта, как правило, выделяются высокой продуктивностью и часто представляют интерес для внедрения в производство.

Поражение сортов ячменя *B. graminis* связано с особенностями биологии патогена, возделыванием как озимых, так и яровых зерновых, отсутствием у сортов генетически детерминированной устойчивости или идентичностью природы их резистентности. Однако современная селекция успешно решает эти проблемы при вовлечении ценного исходного материала из мировой коллекции ВИР.

### Методы исследований

Работа выполнена на Дагестанской опытной станции ВИР, где в полевых условиях изучено 1128 образцов из мирового генофонда ячменя разного эколого-географического происхождения. В данном регионе мучнистая роса проявляется в фазе кущения, а второй ее пик наблюдается в фазе колошения. Болезнь поражает лист, влагалище листа, стебель, а в отдельные годы может охватить и колос. Период проявления

и развития болезни совпадает с активным ростом и развитием растения-хозяина.

Закладка опытов и полевая оценка проведена в соответствии с методическими указаниями ВИР (Лукьянова и др., 1981). Устойчивость образцов к мучнистой росе оценена по 9-балльной шкале: 1 - устойчивость очень низкая; 3 - низкая; 5 - средняя; 7 - высокая; 9 - очень высокая.

### Результаты исследований

Многолетнее изучение (1993 - 2005 гг.) позволяет судить о широком внутривидовом полиморфизме культуры по устойчивости ячменя культурного к *B. graminis*. Значительная часть (39.9%) ячменей была восприимчива к мучнистой росе, доля устойчивых образцов составила 3.7% (табл. 1).

Устойчивые к мучнистой росе сорта происходят преимущественно из стран За-

падной Европы, где весьма успешна селекция этой культуры. Сильной восприимчивостью к болезни характеризуются сорта из стран восточной, средней и передней Азии, где в основном выращивают местные и стародавние ячмени, а также селекционные сорта, возделываемые в горных условиях, где распространение этой болезни имеет ограниченный характер и сорта «ус-

тойчивы» лишь в этих условиях.

Таблица 1. Распределение образцов ячменя по устойчивости к мучнистой росе

Изучено образцов, шт	Устойчивость, балл									
	1		3		5		7		9	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1128	450	39.9	312	27.7	217	19.2	107	9.5	42	3.7

Нами проведена сравнительная оценка местных (стародавних) и селекционных сортов ячменя по устойчивости к *V. graminis*. Среди местных ячменей устойчивые образцы не обнаружены, а среди селекционных их доля составила 7.4%. По частоте встречаемости восприимчивых форм наблюдается обратная закономерность: среди местных ячменей их 57.1%, а среди селекционных - 21.6% (табл. 2).

Таблица 2. Распределение селекционных и местных сортов ячменя по устойчивости к мучнистой росе

Сорта	Изучено образцов, шт.	Устойчивость, балл									
		1		3		5		7		9	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Местные	694	396	57.1	230	33.1	62	8.93	6	0.86	0	0
Селекционные	570	123	21.6	142	24.9	159	27.9	104	18.2	42	7.37

Исследование эколого-географической приуроченности какого-либо признака возможно только на уровне видов и местных форм, а селекционные сорта - это результат синтеза, где не исключено использование ячменей из разных регионов. Изученные нами местные ячмени по своему происхождению охватывают все основные центры разнообразия культуры по Н.И.Вавилову: наиболее широко были представлены Передне-, Средне-, Восточноазиатский, Средиземноморский и Европийско-Сибирский центры.

Местные ячмени по эколого-географическому происхождению характеризуются сравнительно низкой устойчивостью к *V. graminis* (табл. 3). Среди них обнаружены лишь три относительно устойчивые (7 балл) образца: один из Эфиопии (и-520942-Местный); два - из Сирии (и-

519977-Местный, и-520737-Местный). Дагестанские местные ячмени также восприимчивы (1-5 баллов) к мучнистой росе.

Таблица 3. Характеристика устойчивости местных ячменей к *V. graminis* в связи с их эколого-географическим происхождением.

Центр разнообразия	К-во образцов	Устойчивость, балл							
		1		3		5		7	
		шт./%	шт./%	шт./%	шт./%	шт./%	шт./%		
Абиссинский	9	7/77.8	0	1/11.1	1/11.1				
Переднеазиатский	101	66/65.3	27/26.7	8/7.92	0				
Среднеазиатский	25	23/92.0	2/8.00	0	0				
Восточноазиатский	26	21/80.8	3/11.5	2/7.69	0				
Средиземноморский	254	118/46.5	90/35.4	44/17.3	2/0.787				
Европейско-Сибирский	133	85/63.9	45/33.8	3/2.26	0				
Новосветский	10	7/70.0	2/20.0	1/10.0	0				

Таким образом, в целом для *Hordeum vulgare* L. характерна широкая внутривидовая изменчивость по устойчивости к патогену, что может быть объяснено его представленностью различными агроэкологическими группами. Селекционные сорта, преимущественно из стран Западной Европы, характеризуются повышенной резистентностью к болезни по сравнению с местными формами.

В результате многолетнего полевого изучения выделены сорта, устойчивые к мучнистой росе: Brenda (к-30464), Scarlet (к-30469), Annabel (к-30821) из Германии; Лотос (к-30836), Носовский (к-30837) из Украины; Adur (к-30563), Tabara (к-30565) из Франции, Mie (к-30379), Trebon (к-30405) из Эстонии, а также сочетающие резистентность к патогену с высокой продуктивностью: Punch (к-30783), Cornelia (к-30788), Уши (к-30798) из Германии; Pyramid (к-30564, Франция); Polygena (к-30402, Эстония); Рахат (к-30591, Московская обл.). Они могут быть использованы как исходный материал и включены в селекционные программы, направленные на повышение устойчивости и продуктивности ячменя.

#### Литература

Баташева Б.А. Грибные болезни ячменя культурного в условиях Южного Дагестана / Сб. науч. тр. межрегион. юбилейной науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию образования ДГСХА: «ВУЗ и АПК: задачи, проблемы и пути решения». Махачкала. 2002, с. 140-141.

Лукиянова М.В., Родионова Н.А., Трофимовская А.Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса (издание третье, переработанное). Л., 1981, 31 с.



УДК 632.35:635.64

## АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ЧЕРНОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПЯТНИСТОСТИ ТОМАТА *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *VESICATORIA* (DOIDE) DYE

А.М. Лазарев, Ф.А. Попов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

РУП "Институт защиты растений" НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Прилуки

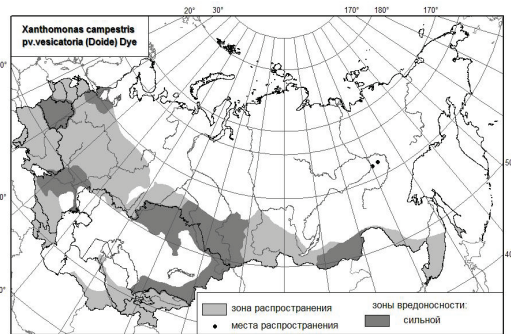
Черная бактериальная пятнистость томата - заболевание открытого и защищенного грунта. Бактериоз наиболее сильно поражает всходы и молодые растения. На листовых пластинках появляются мелкие вдавленные водянистые коричневые пятна неправильной формы, просвечивающие в проходящем свете и быстро увеличивающиеся в размере (до 2 мм), затем центр пятен постепенно чернеет. При благоприятных условиях для развития возбудителя болезни пятна сливаются, листья скручиваются и засыхают. На стеблях, черешках, плодоножках, побегах и околоплодниках формируются черные удлиненные пятна. Серьезное поражение цветоножки ведет к опадению цветков. На поверхности больных плодов сначала появляются темные выпуклые, окруженные водянистой каймой точки, которые со временем принимают вид язв.

Черная бактериальная пятнистость томата зарегистрирована в США, Канаде, Аргентине, Болгарии, Румынии, Италии, Японии, Австралии, Африке (Горленко, Воронкевич, 1950; Осницкая, 1979; Билай и др., 1988; Ахатов и др., 2002). Это заболевание распространено во всех зонах выращивания томата в закрытом грунте на всей территории б. СССР. Оно отмечено в Грузии, Казахстане, Беларуси, Молдавии и на Украине. Потери урожая зависят от культивируемого сорта и от благоприятных для развития бактериоза условий. Инфекции благоприятствуют высокая температура (25-30°C) и относительная влажность воздуха 90% и выше. Вспышки болезни часто наблюдают при значительном количестве осадков и повышенной температуре в течение вегетации.

Защита томата от этого бактериоза строится из комплекса агротехнических и организационно-хозяйственных приемов, из которых основными считают оптимальную агротехнику, соблюдение севооборота, выращивание относительно устойчивых сортов, тщательное уничтожение растительных ос-

татков, очистку семенного фонда от щуплых, поврежденных и больных семян, протравливание семенного материала перед посевом и опрыскивание растений в период вегетации.

При построении ареала черной бактериальной пятнистости на территории Российской Федерации и сопредельных государств за основу была взята карта распространения томата, предложенная Н.В.Тереховой (2004), а также использованы опубликованные в открытой печати литературные источники. Карта состоит из трех тематических слоев, характеризующих зону распространения болезни, средней и высокой вредности бактериоза на томате.



В данной сводке отмечена распространенность указанного бактериоза во всех зонах выращивания томата на территории б. СССР (Горленко, Воронкевич, 1950; Осницкая, 1979; Билай и др., 1988; Ахатов и др., 2002). Имеются сведения о высокой вредности болезни (в годы с жарким и влажным летом) в Краснодарском, Ставропольском и Алтайском краях, в Ленинградской, Московской, Псковской, Новгородской, Тверской, Смоленской и других областях Нечерноземной зоны, в Астраханской, Волгоградской, Читинской и Омской областях (Авезджанова, 1968; Буценец, 1971; Квасников, Богданова, 1975; Осницкая, 1979; Князева, 1985; Быкова, 1992; Матвеева и др., 1999; Ахатов и др., 2002;

Лазарев, Быкова, 2003). В условиях Грузии бактериоз поражает до 10-30% растений (в ее западных и восточных районах - до 65-70% растений) (Цилосани и др., 1975; Орагвелидзе, 1976; Орагвелидзе, Цилосани, 1977). В некоторых областях Казахстана количество больных растений достигает 35-65% с поражением плодов 1,5-6% (Никитина, Лапухина, 1961; Фирсов, 1980). Возросла вредоносность в Беларуси (Комарова,

Корунец, 1997; Прищеп, Певец, 2000; Поликсенова, 2001), Молдавии (Гусева, Атлуханов, 1985, 1990) и на Украине (Матишевська, 1961, 1962; Кабашная, Шабан, 1989; Гвоздяк и др., 2005).

Векторная карта распространения бактериоза создана в масштабе 1:20 000 000 в проекции Равновеликая Альберса на СССР, 9, 1001, 7, 100, 0, 44, 68, 0, 0 стандартными средствами ГИС-технологий.

#### Литература

Авезджанова Г.П. Черная бактериальная пятнистость томатов // Труды Первого Всесоюзного симпозиума по бактериальным болезням растений. Киев, Наукова думка, 1968, с. 326-329.

Ахатов А.К., Джалилов Ф.С., Белошапкина О.О., Стройков Ю.М., Чижов В.Н. Защита овощных культур в закрытом грунте (справочник). М., Товарищество научных изданий КМК, 2002, 464 с.

Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г., Краев В.Г., Элланская И.А., Зирка Т.И., Мурас В.А. Микроорганизмы - возбудители болезней растений. Киев, Наукова думка, 1988, 552 с.

Быкова Г.А. Биологическое обоснование защиты томата от бактериозов в защищенном грунте Северо-Западной зоны Российской Федерации // Автореф. канд. дисс. СПб, 1992, 18 с.

Буценец Л. Черная бактериальная пятнистость помидоров // Картофель и овощи, 1971, 2, с. 41.

Гвоздяк Р.И., Яковлева Л.М., Черненко Е.П., Мороз С.М. Взаемноотношения між збудниками бактеріозів в томатів // Фитопатогенные бактерии. Фитонцидология. Аллелопатия. Сб. статей участников Междунар. науч. конф. Киев, Державний агроекологічний університет, 2005, с. 118-122.

Горленко М.В., Воронкевич И.В. Черная бактериальная пятнистость томатов // Доклады ВАСХНИЛ, 1950, 3, с. 24-29.

Гусева Л.И., Атлуханов А.М. Особенности селекции томата на устойчивость к черной бактериальной пятнистости // Фитонциды. Бактериальные болезни растений. Мат. конф. Киев-Львов, КГТ-2, 1990, 2, с. 74.

Гусева Л.И., Атлуханов А.М. Черная бактериальная пятнистость томатов в Молдавии // Фитонциды. Бактериальные болезни растений (тез. докл.). Киев, Наукова думка, 1985, 2, с. 62-63.

Кабашная Л.В., Шабан М.А. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* и *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* - возбудители бактериозов томатов на Украине // Тез. докл. VII Съезда украинского микробиол. общества. Киев, 1989, 2, с. 12-13.

Квасников Б., Богданова Г. Устойчивость сортов помидоров к черной бактериальной пятнистости // Картофель и овощи, 1975, 6, с. 38-39.

Князева З.В. О вредоносности черной бактериальной пятнистости томата // Фитонциды. Бактериальные болезни растений (тез. докл.). Киев, 1985, 2, с. 67.

Комарова М.С., Корунец И.В. Биосредства для борьбы с бактериозами томатов // Защита и карантин растений, 1997, 4, с. 27.

Лазарев А.М., Быкова Г.А. Методические рекомендации по изучению бактериальных болезней томата и мерам борьбы с ними (ред. Павлюшин В.А.). СПб, ВИЗР, 2003, 29 с.

Матвеева Е.В., Быкова Г.А., Лазарев А.М. Бактери-

альные болезни томата и картофеля и меры борьбы с ними (методические рекомендации) (ред. Павлюшин В.А., Макаров А.А.). СПб, ВИЗР, 1999, 30 с.

Матишевська М.С. Біологія збудника чорної бактериальної плямистості помідорів. Повідомлення II. Вплив фільтрату культуральної рідини *X. vesicatoria* на інтенсивність дихання та деякі окисні ферменти проростків помідорів // Мікробіологічний журнал, 1962, 24, 1, с. 25-30.

Матишевська М.С. Біологія збудника чорної бактериальної плямистості помідорів - *Xanthomonas vesicatoria*. Повідомлення I. Ріст та токсинотворення *X. vesicatoria* на деяких живильних середовищах // Мікробіологічний журнал, 1961, 23, 6, с. 27-31.

Никитина Е.Т., Лапухина Г.П. Возбудитель черной бактериальной пятнистости томатов в хозяйствах Алма-Атинской пригородной зоны // Труды Института микробиологии и вирусологии, 1961, 4, с. 140-145.

Орагвелидзе Л.Д. Влияние внешних факторов на развитие возбудителя черной пятнистости томата *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge) Dowson // Труды НИИЗР Груз. ССР, 1976, XXVIII, с. 28-30.

Орагвелидзе Л.Д., Цилосани Г.А. Сортоустойчивость и специализация возбудителя бактериоза томата // Тез. докл. 8 сессии Закавказского Совета по координации науч.-иссл. работ по защите растений (14-16 дек. 1977). Ереван, 1977, с. 177-178.

Осницкая Е.Т. А.Л. Бактериозы томатов // Бактериальные болезни растений (Израильский В.П., ред.). М., Колос, 1979, с. 142-160.

Поликсенова В.Д. Ретроспективный обзор болезней томата в Беларуси и перспективы развития фитопатологической ситуации // Защита растений на рубеже XXI века. Материалы науч.-практ. конф., посвященной 30-летию БелНИИЗР. Минск, Белбизнеспресс, 2001, с. 225-228.

Прищеп Л.И., Певец Н.В. Бактериальные болезни томата в условиях закрытого грунта Беларуси // Ахова Заслін, 2004, 4, с. 25-26.

Фирсов В.Ф. Стимуляция томатов против черной бактериальной пятнистости // Экология вредителей и болезней растений в Казахстане и меры борьбы с ними (тематический сб. научн. трудов). Алма-Ата, 1980, с. 86-89.

Цилосани Г.А., Орагвелидзе Л.Д., Элиашвили П.К., Чубинишвили Л.Н. Черная бактериальная пятнистость помидоров в Грузии // Материалы седьмой сессии Закавказского Совета по координации науч.-иссл. работ по защите растений. Кировабад, 1975, с. 34-36.

Работа выполнена в рамках проекта МНТЦ № 2625.

А.М.Лазарев, к.б.н., allazar54@mail.ru  
Ф.А.Попов, к.б.н., fedorpopov@yandex.ru



## **К 80-ЛЕТИЮ ВЛАДИМИРА НИКОЛАЕВИЧА БУРОВА**

8 декабря 2011 года исполнилось 80 лет члену-корреспонденту Россельхозакадемии, доктору биологических наук, одному из ведущих специалистов России в области защиты растений Владимиру Николаевичу Бурову.

В.Н. Буров в 1955 г. окончил Ленинградский государственный университет, работал учителем биологии и врачом-лаборантом. В 1959 г. он поступил в аспирантуру Всесоюзного института защиты растений, с которым была связана вся его профессиональная и творческая деятельность, где он прошел путь от младшего до главного научного сотрудника, и продолжает работать в настоящее время.

Среди коллег он хорошо известен благодаря активности в организации научно-исследовательских работ по ряду новых перспективных направлений в энтомологии и защите растений. Эти исследования включали изучение закономерностей динамики численности природных популяций сельскохозяйственных вредителей, а также разработку методов борьбы, которые позволили бы перейти от применения в целях защиты растений препаратов с широким спектром активности (биоцидов) к использованию средств с повышенной избирательностью действия (аналоги гормонов, феромоны, вторичные метаболиты растений и т.д.).

Особое место среди научных интересов В.Н.Бурова занимала гормональная регуляция развития и размножения насекомых, а также поиск путей управления этими процессами с применением новых биологически активных веществ в защите растений. Под его руководством в ВИЗР была создана первая в России лаборатория эндокринологических методов борьбы с вредителями растений, которая превратилась в ведущий научный методический центр. Эти исследования осуществлялись совместно с сетью других научно-исследовательских учреждений химического и физиолого-биохимического профиля в России и за рубежом. Под руководством В.Н. были разработаны методические подходы к изучению новой группы веществ - синтетических аналогов гормонов насекомых, создана программа по их испытанию и оценке активности, определены основные пути практического использования в защите растений.

По инициативе В.Н.Бурова впервые в России начаты фундаментальные исследования характера информационного химического взаимодействия растений (как автотрофных продуцентов, являющихся средообразующим элементом консорции) с двумя резко различающимися по своей природе, но занимающими общую экологическую (трофическую) нишу, группами гетеротрофных консументов - членистоногими-фитофагами и патогенными микроорганизмами.

В.Н.Буров - автор 250 статей и монографий, им получено 17 патентов и авторских свидетельств.

Он уделяет большое внимание подготовке молодых специалистов, среди его учеников 18 кандидатов и 3 доктора наук, работающих успешно во многих научных и учебных учреждениях России и стран СНГ.

В.Н.Буров ведет активную научно-общественную деятельность, является членом редколлегии ВИЗР и редакционной коллегии журналов «Агро XXI» и «Вестник защиты растений», членом Бюро отделения защиты растений РАСХН и председателем секции по регуляторам поведения и развития насекомых, а также членом Президиума Русского энтомологического общества. На протяжении многих лет В.Н.Буров входит в состав диссертационного совета ВИЗР, долгое время он был председателем методической комиссии по энтомологии и членом экзаменационной комиссии ВИЗР.

Поздравляем Владимира Николаевича Бурова с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и творческих успехов.

*Коллектив ВИЗР*

**ВЛАДИМИРУ АЛЕКСАНДРОВИЧУ КОЛОБАЕВУ - 80 ЛЕТ**

28 сентября 2011 г. исполнилось 80 лет доктору биологических наук Владимиру Александровичу Колобаеву, одному из ведущих специалистов России в области иммунитета растений к болезням.

В 1954 г. В.А.Колобаев окончил Ленинградский государственный университет. С 1955 г. обучался в аспирантуре ВИЗР и с ним связал свою творческую деятельность - прошел путь от младшего до ведущего научного сотрудника.

У Владимира Александровича 55 лет научного стажа. Он относится к достойным представителям славного поколения ученых, для которых преданность науке и высокая гражданская ответственность являются образом и смыслом жизни. Широкие интересы, глубокая эрудиция и высокая работоспособность позволили В.А.Колобаеву внести значительный вклад в отечественную вирусологию, фитопатологию, науку об иммунитете растений к болезням.

Огромный объем экспериментальной работы, последовательность и методичность в выполнении поставленных задач позволили В.А.Колобаеву создать уникальную коллекцию доноров устойчивости картофеля к фитофторозу и доноров групповой устойчивости картофеля к болезням, основанную на использовании филогенетически различных видов из разных генцентров. Полученные Владимиром Александровичем сложные межвидовые гибриды, сочетающие устойчивость к заражению фитофторой со способностью подавлять размножение патогена, обеспечили отечественную селекцию картофеля высокоэффективными донорами на много лет вперед.

Многие годы активной научной деятельности Владимира Александровича были посвящены координации научных исследований по иммунитету сахарного тростника в республике Куба, где он в 1986-1989 гг. был руководителем программ по созданию сортов сахарного тростника, устойчивых к мозаике, а также сортов с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям. Выполненный им цикл работ по данной тематике был завершён блестящей защитой докторской диссертации.

Кубинские специалисты высоко оценили заслуги В.А.Колобаева по селекции сахарного тростника на устойчивость к болезням и вредителям. В адрес ВИЗР неоднократно поступали письма с благодарностью за оказанную В.А.Колобаевым квалифицированную помощь в развитии исследований по иммунитету растений на Кубе.

Совершенное знание испанского языка позволило В.А.Колобаеву осуществлять подготовку кубинских специалистов как на Кубе, так и в России. Ученики Владимира Александровича стали высококвалифицированными специалистами и не забывают своего руководителя.

В.А.Колобаевым опубликовано более 80 научных работ. Он - активный популяризатор научных знаний, много лет сотрудничает с газетой "Сад и огород".

Любовь и уважение сотрудников лаборатории иммунитета растений к болезням, в которой трудится Владимир Александрович, и всего института он заслужил преданностью науке, увлеченностью в работе, отзывчивостью, порядочностью и душевной щедростью.

Сердечно поздравляем Владимира Александровича с юбилеем. Желаем крепкого здоровья и семейного благополучия.

*Коллектив ВИЗР*

**ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ИВАНОВИЧА ТАНСКОГО**  
**(1929 - 2011)**

Отечественная наука понесла тяжелую утрату. 22 сентября 2011 года на 82 году жизни скончался ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ТАНСКИЙ, крупный ученый, основатель научной школы в области агробиоценологии, профессор, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Всероссийского НИИ защиты растений Россельхозакадемии, почетный член Русского энтомологического общества. Владимир Иванович - признанный авторитет в области агробиоценологии, прикладной энтомологии, защиты растений, биолог широкого профиля.

Интерес к энтомологии, зародившийся с детских лет, определил в дальнейшем весь жизненный путь ученого. После окончания в 1953 г. с отличием Воронежского ГУ по кафедре зоологии беспозвоночных, он был рекомендован Ученым советом университета и в 1954 г. зачислен в аспирантуру ВИЗР. Более 50 лет творческого служения было связано именно с этим институтом.

Научная работа В.И.Танского началась в лаборатории зерновых культур Т.Г.Григорьевой - известного ученого, последователя Г.Я.Бей-Биенко. В то время страна осваивала целину, и перед ВИЗР стояла задача борьбы с вредителями зерновых культур в зоне массовой распашки целинных степей Казахстана. Владимир Иванович на протяжении многих лет ежегодно выезжал с сотрудниками лаборатории в экспедиции. По результатам изучения пшеничного трипса в 1959 г. им защищена кандидатская диссертация и начаты работы по оценке вреда от основного вредителя зерновых в этом районе - зерновой совки. В дальнейшем он участвует в экспедициях в Таджикистан, где изучает вредоносность хлопковой совки, в Воронежской области - клопа-черепашки, злейшего вредителя пшеницы. В 1964 г. им разрабатываются теоретические принципы и методы интегрированной защиты урожая от сельскохозяйственных вредителей.

В 1971 г. В.И.Танский избирается руководителем им созданной лаборатории вредоносности насекомых. В лаборатории проводились также широкие исследования по влиянию болезнетворных организмов и сорных растений на урожай. Владимир Иванович публикует в этой области ряд ценных работ теоретического и прикладного характера. В 1984 г. ему присуждается ученая степень доктора биологических наук, в 1988 г. присваивается звание профессора.

Глубокие научные подходы в защите растений принесли В.И.Танскому широкую известность и всеобщее признание среди ученых нашей страны, за рубежом. Научная эрудиция Владимира Ивановича, такт в общении с товарищами по работе снискали ему всеобщую любовь и уважение, способствовали становлению тесных рабочих контактов со специалистами многих стран.

Под его руководством защитили диссертации 23 кандидата и 3 доктора наук. Его ученики и последователи плодотворно работают во многих странах. Владимир Иванович Танский пользовался заслуженным авторитетом у научной общественности и производственных организаций. Мудрый, объективный, очень требовательный к себе, строгий критик, В.И.Танский чрезвычайно много сделал для формирования научного мышления молодых исследователей.

Светлый образ Владимира Ивановича Танского, человека большой души и большого ученого, сохранится в памяти всех, кто знал его лично и кто пользовался и будет пользоваться плодами его многогранной деятельности.

*Коллектив ВИЗР*

**ПАМЯТИ НИКОЛАЯ САВЕЛЬЕВИЧА ЛЕПЕХИНА**  
(1924 - 2011)

25 августа 2011 г. на восемьдесят седьмом году жизни скончался кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории механизации ВИЗР Лепехин Николай Савельевич.

Н.Л.Лепехин родился 20 ноября 1924 года в деревне Дубовка Тульской области. В 1949 г. с отличием окончил Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. После окончания института работал на Таежной машиноиспытательной станции (поселок Вырица Ленинградской области) в должностях заведующего лабораторией и главного инженера.

С 1962 г. трудовая и научная деятельность Н.Л.Лепехина была неразрывно связана с работой в лаборатории механизации ВИЗР. Обладая хорошей инженерной подготовкой и большим практическим опытом по испытанию новой техники, Николай Савельевич был одним из ведущих специалистов лаборатории. В период 1962-1969 гг. им проводились исследования технологии малообъемного опрыскивания садовых насаждений, на основе которых были разработаны методические указания по опрыскиванию садов в Молдавии и РСФСР. В 1970 году им была успешно защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Николаем Савельевичем на высоком научном уровне проводились исследования технологий и рабочих органов к опрыскивающей технике для мало- и ультрамалообъемного опрыскивания полевых культур, новых распылителей для технологий ленточного опрыскивания овощных культур и посадок картофеля. По результатам исследований технологии УМО-опрыскивания сахарной свеклы, картофеля, проведенных совместно с коллегами из Украинского института защиты растений и Украинской сельскохозяйственной академии, им были разработаны агротехнические требования на новое поколение машин для мало- и ультрамалообъемного опрыскивания полевых культур. На основе данных агротребований в ГСКТБ "Львовхиммаш" разработаны конструкции полевых штанговых опрыскивателей нового поколения. В своей научной деятельности Н.С.Лепехин уделял большое внимание совершенствованию исследовательской базы лаборатории и методов оценки дисперсности распыла, сноса мелких капель из зоны обработки, равномерности распределения рабочей жидкости на эффективной ширине захвата распылителей.

Николай Савельевич был не только высококлассным специалистом-исследователем, но и прекрасным семьянином, любящим отцом и дедушкой, порядочным, трудолюбивым и искренним человеком.

Память о Николае Савельевиче как ученом и человеке сохранится в сердцах его коллег и товарищей по работе.

*Сотрудники лаборатории механизации ВИЗР*

УДК 551.58:631(478)

**М.Д. ВРОНСКИХ. "ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И РИСКИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МОЛДОВЫ"**

Кишинев, Grafema Libris, 2011, 560 с.

В рецензируемой книге обобщены многолетние исследования автора по одной из ключевых проблем современной агроэкологии - влиянию происходящих изменений климата на урожайность сельскохозяйственных культур, на развитие вредителей и болезней растений. В монографии показано, что температурный режим летнего периода в жаркие годы снижал влагообеспеченность, что приводило к снижению урожая, особенно фруктов - в среднем на 39%. Несомненно, она будет полезна читателям и за пределами Молдовы. Предполагалось, что в пределах Европы изменение климата сильнее проявляется и больше сказывается на живых организмах на севере европейской части России, чем в странах атлантической и юго-восточной Европы. М.Д.Вронских приводит убедительные данные о наличии таких процессов и на территории Молдовы.

С точки зрения защиты растений несомненную практическую ценность представляет акцент автора на необходимости и важности изучения эволюции структуры доминирующих видов вредных организмов в агроценозах с.-х. культур. Так, изучение динамики уровня распространения, плотности популяции и поврежденных растений по 36 видам наиболее опасных вредителей и 25 видам болезней (за последние 37-40 лет) выявило разнонаправленное влияние на них изменений основных метеопараметров. При этом для части изученных видов под влиянием увеличивающихся значений температуры воздуха, объемов выпадающих осадков и ГТК зарегистрировано усиление активности, у других, наоборот отмечена депрессия развития. Ряд видов проявили независимость от уровня изменения этих параметров. Лишь 15 видов (около 25%) продемонстрировали прямо пропорциональную зависимость от уровня индексов солнечной активности. Итак, изменения климатических показателей спровоцировали смену доминантных видов вредителей и болезней, на борьбу с которыми ориентированы существующие технологии защиты растений.

Рецензируемая книга включает три крупные главы, посвященные, соответственно, влиянию осадков, температур и ГТК на развитие вредителей и болезней. По сути дела, они представляют собой справочник усредненных статистических данных и прогностических уравнений. В главах 7 и 8 в табличной и графической

форме дан анализ влияния среднегодовых, сезонных и среднемесячных осадков и температур на развитие каждого из основных видов вредителей и возбудителей болезней растений. В 9-й главе приведены уравнения корреляционной зависимости от ГТК уровня распространенности заболеваний (вредителей), процента пораженных (поврежденных) растений и процента развития болезней. Импонирует единый методический подход в расчете указанных зависимостей. Как осадки, так и температуры развиты на 4 градации, причем по каждому интервалу имеется до 6-16 повторностей. По умолчанию, автор считает это число достаточным для построения уравнений корреляционной зависимости. К сожалению, читатель не имеет возможности оценить достоверность выявленных тенденций, так как ошибка средних не дана ни в одной из таблиц. Также вызывает удивление расчет уравнений линейной корреляции, тогда как давно признано, что влияние метеофакторов на биологические процессы лучше характеризуется нелинейной зависимостью. Достоверность полученных уравнений не показана в таблицах и не обсуждается в тексте книги. В главах 7-9 вообще отсутствует такой раздел, как заключение (обсуждение).

Определенный интерес в тексте глав 7 и 8 представляют прогностические заключения автора по распространению и развитию отдельных болезней и групп болезней с.-х. культур при сохранении наметившихся изменений климата. Будущее покажет, насколько они верны. Аналогичные заключения по вредителям растений почему-то полностью отсутствуют. Тем не менее, приведенный автором богатый фактический материал позволяет заинтересованному читателю самостоятельно провести статистическую оценку достоверности выявленных трендов по влиянию метеопараметров на численность и вредоносность вредных организмов.

В заключительной части представлена информация, связанная с последствиями потепления климата и мерами по адаптации сельскохозяйственного производства к этому явлению.

Выход в свет новой книги М.Д. Вронских является существенным вкладом в развитие сельскохозяйственной науки, в том числе защиты растений.

*И.Я.Гричанов, О.Г.Гусева*

## Содержание

НОВЫЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ БОЛЕЗНИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ. <i>О.С.Афанасенко, Л.А.Михайлова, Н.В.Мироненко, А.В.Анисимова, Н.М.Коваленко, О.А.Баранова, К.В.Новозhilов</i>	3
МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ 2. АГРОБИОЭКОСИСТЕМНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР. <i>А.Ф.Зубков</i>	19
ПУЗЫРЧАТАЯ ГОЛОВНЯ КУКУРУЗЫ: ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ БОЛЕЗНИ И ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ (УТОЧНЕНИЕ ПАРАДИГМЫ) <i>В.Г.Иващенко</i>	40
ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВРЕДНОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ. <i>А.М.Шпанев</i>	57
<b><u>Краткие сообщения</u></b>	
УСТОЙЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ КУЛЬТУРНОГО ( <i>HORDEUM VULGARE L.</i> ) К МУЧНИСТОЙ РОСЕ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ДАГЕСТАНА. <i>Б.А.Баташева</i>	71
АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ЧЕРНОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПЯТНИСТОСТИ ТОМАТА <i>XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. VESICATORIA (DOIDE) DYE</i> <i>А.М.Лазарев, Ф.А.Попов</i>	73
<b><u>Хроника</u></b>	
К 80-ЛЕТИЮ ВЛАДИМИРА НИКОЛАЕВИЧА БУРОВА	75
ВЛАДИМИРУ АЛЕКСАНДРОВИЧУ КОЛОБАЕВУ – 80 ЛЕТ	76
ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ИВАНОВИЧА ТАНСКОГО (1929 - 2011)	77
ПАМЯТИ НИКОЛАЯ САВЕЛЬЕВИЧА ЛЕПЕХИНА (1924 - 2011)	78
<b><u>Рецензии</u></b>	
М.Д.ВРОНСКИХ "ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И РИСКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МОЛДОВЫ." <i>И.Я.Гричанов, О.Г.Гусева</i>	79

## Contents

NEW AND POTENTIAL DANGEROUS DISEASES OF CEREAL CROPS IN RUSSIA <i>O.S.Afanasenko, L.A.Mikhailova, N.V.Mironenko, A.V.Anisimova, N.M.Kovalenko, O.A.Baranova, K.V.Novozhilov</i>	3
MODERNIZATION OF PLANT PROTECTION. 2. AGROBIOLOGICAL ECOSYSTEM DIRECTION IN PROTECTION OF FIELD CULTURES <i>A.F.Zubkov</i>	19
COMMON SMUT OF CORN: AN ETIOLOGY, PATHOGENESIS OF DISEASE AND A RESISTANCE PROBLEM (PARADIGM SPECIFICATION) <i>V.G.Ivashchenko</i>	40
APPROACHES TO THE ESTIMATION OF HARMFULNESS OF WEED PLANTS IN AGROCENOSES. <i>A.M.Shpanev</i>	57
<b><u>Brief Reports</u></b>	
RESISTANCE OF <i>HORDEUM VULGARE L.</i> TO POWDERY MILDEW IN CONDITIONS OF SOUTH DAGESTAN. <i>B.A.Batasheva</i>	71
AREA AND ZONE OF HARMFULNESS OF <i>XANTHOMONAS CAMPESTRIS</i> <i>PV. VESICATORIA (DOIDE) DYE</i> ON TOMATO <i>A.M.Lazarev, F.A.Popov</i>	73
<b><u>Chronicle</u></b>	
TO 80 <sup>TH</sup> BIRTHDAY ANNIVERSARY OF VLADIMIR NIKOLAEVICH BUROV	75
80 YEAR ANNIVERSARY OF VLADIMIR ALEKSANDROVICH KOLOBAEV	76
IN MEMORY OF VLADIMIR IVANOVICH TANSKY (1929 - 2011)	77
IN MEMORY OF NIKOLAI SAVELEVICH LEPEKHIN (1924 - 2011)	78
<b><u>Reviews</u></b>	
M.D.VRONSKIKH "CLIMATE CHANGE AND RISKS OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN MOLDOVA". Kishinev, Grafema Libris, 2011, 560 p. <i>I.Ya.Grichanov, O.G.Guseva</i>	79



## Информация для авторов

В "Вестнике защиты растений" публикуются результаты оригинальных исследований, теоретические обзоры, прикладные работы, дискуссии и рецензии работ по биологическим проблемам, имеющим отношение к защите растений.

Журнал пропагандирует современные методы защиты растений, включая методы создания устойчивых сортов растений и патогенных форм биосредств борьбы с вредными

объектами; фитосанитарный мониторинг агроэкосистем, их агробиоценологическую диагностику и моделирование идущих в них процессов; технологию, экономику и экологическую безопасность применения средств защиты растений.

Фиксированные разделы журнала: 1) полные статьи, 2) краткие сообщения, 3) дискуссия, 4) хроника.

## Требования к оформлению рукописи

1. Рукопись объемом до 20 страниц формата А4 представляется в виде документа Microsoft Word (версии до 2007 включительно) в качестве приложения к письму по адресу [vestnik@icizr.ru](mailto:vestnik@icizr.ru), либо на компьютерных носителях (дискеты, CD, устройства флеш-памяти). Одновременно редакции должен быть выслан один экземпляр распечатки рукописи, подписанный всеми ее авторами. Использовать только стиль "Обычный". Размер шрифта рукописи 12 пунктов, в таблицах, подписях к рисункам и списке литературы - 9 пунктов. Межстрочный интервал - одинарный. Ориентация страницы "книжная".

(К сведению: печатное поле страницы журнала 52 строки длиной до 80 знаков, размер шрифта 10 пунктов).

2. В 1-м абзаце должно быть указано название статьи (1-3 строки), во 2-м - инициалы и фамилии авторов, в 3-м - наименование и электронный адрес организации, город, страна, в 4-м размещается резюме объемом до 10 строк, в 5-м - до 10 ключевых слов. В качестве таковых желательно использовать специальные термины помимо слов заголовка статьи.

В конце рукописи дается резюме на английском языке, включающее название статьи, фамилии авторов, текст объемом до 10 строк, ключевые слова. (При отсутствии перевода редакция переводит самостоятельно).

3. Рисунки, фотографии, подписи к ним, таблицы печатают в тексте. Обычный размер черно-белого рисунка 5×7 см, таблицы - 7.1 либо 14.7 см.

4. Латинские названия видов приводят полностью при первом их упоминании в тексте с указанием автора вида, повторно - в сокращен-

ной форме. Придерживаться современной номенклатуры.

5. Дробная часть числа отделяется точкой.

6. Примерный план статьи: краткое вступление, методика исследований, результаты исследований, их обсуждение или выводы, литература. В кратком сообщении выделение разделов обязательно.

7. При ссылках на литературу в тексте указывают фамилию автора статьи и год издания, например, И.И.Иванов (1995), (Иванов, Петров, 1995) или в случае более двух авторов (Иванов и др., 1995, 2000), (Ivanov et al., 1995, 2000).

8. В списке литературы приводят только цитируемые в статье работы в алфавитном порядке (сначала на кириллице, затем - на латинице) с указанием фамилии автора, его инициалов, названия книги или статьи, названия журнала, года, тома, № или выпуска, страницы (через запятые). Для книг указывается издательство. Например: Иванов И.И. Название статьи // Название журнала, 1995, 47, 5, с. 20-32; Иванов И.И. Название книги. М., Наука, 1995, 50 с.

9. После резюме приводятся ученые степени и звание авторов, должность, почтовый адрес, тел/факс (личные e-mail).

10. При необходимости прилагаются разрешительные документы организации.

11. Авторы гарантируют, что ранее рукопись не публиковалась.

12. Заверенные персональные рукописи аспирантов публикуются в первую очередь.

13. Плата за публикацию не взимается. Рукописи статей не возвращаются.

14. Первому автору высылаются 5 отписков.

Сайт журнала - <http://vestnikicizr.ru>