

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ



PLANT PROTECTION NEWS

1

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Научно-теоретический журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Периодичность изданий 3 выпуска в год

Главный редактор В.А.Павлюшин

Зам. гл. редактора К.В.Новожилов

Зам. гл. редактора В.И.Долженко

Отв. секретарь В.И.Танский

Редакционный Совет

А.С.Васютин,
А.Н.Власенко,
В.И.Долженко,
Ю.Т.Дьяков,
Б.Ф.Егоров,
В.Ф.Зайцев,
В.А.Захаренко,

С.Прушински (Польша),
А.А.Макаров,
Н.М.Мыльников,
В.Д.Надыкта,
К.В.Новожилов,
В.А.Павлюшин,
К.Г.Скрябин,

А.И.Сметник,
М.С.Соколов,
С.В.Сорока (Беларусь),
П.Г.Фоменко,
Д.Шпаар (Германия),
Ю.Б.Шуровенков

Редакционная коллегия

О.С.Афанасенко, В.Н.Буров,
Н.А.Вилкова, Ю.И.Власов,
К.Е.Воронин, И.Я.Гричанов,
Н.Р.Гончаров, В.Р.Жаров,

А.Ф.Зубков, М.М.Левитин,
Н.Н.Лунева, А.К.Лысов,
Г.А.Наседкина, И.М.Соколов,
Г.И.Сухорученко, С.Л.Тютюрев

Редакция

А.Ф.Зубков (зав. редакцией),
Д.С.Переверзев, С.П.Старостин, С.Г.Удалов, В.Н.Жуков

Адрес: 196608, СПб, Пушкин, ш.Подбельского, 3, ВИЗР,
журнал "Вестник защиты растений"

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

О.С.Афанасенко, М.М.Левитин, Л.А.Михайлова, В.А.Колобаев, Т.Ю.Гагкаева

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Обобщены данные по иммунологическому обоснованию селекции зерновых культур и картофеля к наиболее опасным болезням. Представлены результаты многолетних исследований популяций возбудителей бурой ржавчины пшеницы, сетчатой пятнистости ячменя и фузариоза колоса и закономерности их распределения в пространстве. Охарактеризовано современное состояние генетических коллекций доноров устойчивости пшеницы, ячменя и картофеля, созданных в ВИЗР. На примере бурой ржавчины пшеницы и сетчатой пятнистости ячменя показаны принципы осуществления генетического менеджмента болезней.

Одна из важнейших задач селекции растений - создание устойчивых к болезням сортов. В мировой аграрной науке эффективное решение этой проблемы базируется на комплексе фундаментальных и прикладных исследований, которые можно объединить в 4 основных направления: расширение генетического разнообразия устойчивости растений; изучение генома растений, разработка теоретических основ генетики устойчивости и генетики взаимоотношений растений-хозяев и патогенов; рациональное использование генетических ресурсов устойчивости растений к болезням на основании данных о закономерностях изменчивости популяций патогенов во времени и в пространстве; разработка новых методов селекции растений на устойчивость.

В ВИЗР осуществляются исследования облигатных и гембиотрофных патогенов пшеницы, ячменя и возбудителя фитофтороза картофеля. Конечная цель исследований - осуществление генетического менеджмента болезней зерновых культур и картофеля (рис.1). На рисунке очерчены основные задачи, поэтапное решение которых необходимо для осуществления этой цели. Это, прежде всего, изучение изменчивости популяций патогенов по вирулентности с целью установления их ареалов и путей миграции спор, изучение устойчивости хозяина, в частности генетики устойчивости, и, наконец, на основании этих результатов - генети-

ческий менеджмент болезней. В данном сообщении представлены результаты исследований по указанным направлениям, касающиеся таких вредоносных болезней пшеницы, как бурая ржавчина, фузариоз колоса, а также сетчатой пятнистости ячменя и фитофтороза картофеля.

Для анализа структуры популяций патогенов по признаку вирулентности необходимо хорошо дифференцирующий популяции набор сортов. Общепринятые в международной практике стандартный набор сортов-дифференциаторов популяций возбудителя бурой ржавчины и серия изогенных линий сорта Thatcher показывали неудовлетворительную дифференцирующую способность по отношению к популяциям в бывшем СССР, а для возбудителя сетчатой пятнистости такой набор вообще отсутствовал. В результате длительной и кропотливой работы по оценке реакций многих сортов пшеницы к большому числу клонов возбудителя из различных районов бывшего СССР, генетического анализа образцов пшеницы, перспективных по дифференцирующей способности, был создан новый набор сортов-дифференциаторов для возбудителя бурой ржавчины (Тырышкин, Михайлова, 1989). В набор входят линии Thatcher с генами Lr1 и Lr2a, сорта Кавказ, SNW N5, K-47700, Гуан-Фу-Най, Jubiley, Magnus, Majestic.

По инициативе ВИЗР совместно с международным коллективом из Германии, Чехии и Словакии был создан меж-

дународный набор сортов-дифференциаторов для анализа популяций возбудителя сетчатой пятнистости, состоящий из 12 образцов ячменя, который в настоящее время используется как в нашей

стране, так и за рубежом, что позволяет получать сравнимые данные по структуре географических популяций (Афанасенко и др., 1995) (табл.1).



Рис.1. Иммунологическое обоснование селекции ячменя на устойчивость к *Pyrenophora teres*

Таблица 1. Международный набор сортов-дифференциаторов для анализа структуры популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя по признаку вирулентности

№р.	Образец	№каталога ВИР (κ) и CI	Использованы как дифференциаторы в странах
I	1. Canadian Lake Shore	CI 2750, κ 25282	США, Россия, Польша, Чехия
II	2. Харбин	CI 4929, κ 19282	Россия, Польша, Австралия, США, Чехия
	3. κ 8755	κ 8755	Россия
III	4. κ 20019	κ 20019	-
	5. CI 4207	CI 4207	-
	6. Manchurian	CI 739	Польша, США, Чехия
IV	7. Тифанг	CI 4407-1, κ 25284	Аргентина, Польша, США, Австралия, Чехия
	8. Diamond	κ 29192	-
V	9. CI 9825	CI 9825, κ 25275	Россия, Чехия
	10. CI 5791	CI 5791, κ 25273	Дания, США, Польша, Австралия, Канада, Франция
	11. CI 9820	CI 9820	Канада
	12. CI 9819	CI 9819, κ 25274	США, Польша, Австралия, Чехия

С использованием этих и других наборов и изогенных линий проведены многолетние исследования популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы и сетчатой пятнистости ячменя на территории СНГ. Установлено, что существуют по крайней мере 5 в той или иной мере изо-

лированных популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы: европейская, кавказская, западно-азиатская, средне-азиатская и дальневосточная. Зона Поволжья является пограничной между европейской и западно-азиатской популяциями. Здесь встречаются фенотипы, ха-

раактерные для обеих популяций (Михайлова, 1996). По нашим данным, вероятность миграции между европейской и закавказской популяциями достаточно высока; вероятность миграции между азиатской и европейской - значительно ниже. Популяции патогена различаются по темпу изменчивости: азиатская популяция более стабильна, чем закавказская и европейская. Если до 1988 г. кавказская популяция практически не имела сходства с европейской, то с 1989 года сходство непрерывно увеличивалось, и до настоящего времени оно сохраняется высоким. В 1996 г. в Европейской части СНГ отмечено нарастание частоты фенотипов гриба, вирулентных к сорту Кавказ (Lr26), в некоторых районах до 100%, тогда как в предыдущие годы она не превышала 5%. Несколькими повысилось сходство между европейской и западно-азиатской популяциями гриба.

Определение частоты встречаемости вирулентных к моногенным линиям пшеницы сорта Thatcher клонов патогена показало, что наиболее эффективны для защиты пшеницы от листовой ржавчины во всех регионах России гены Lr9, Lr19, Lr24.

В отличие от популяций бурой ржавчины, занимающих огромные ареалы, популяции возбудителя сетчатой пятнистости имеют очаговое распределение в пространстве. Этот вывод был сделан на основании сравнения отдаленных и близко расположенных популяций гриба по признаку вирулентности, морфолого-культуральным свойствам и по структуре генома, выявляемой методом УП-ПЦР (Афанасенко, 1996; Mironenko, 2000). Наличие изоляции, связанной с биологическими особенностями гриба, в том числе миграционными возможностями, обуславливает отсутствие взаимовлияния при формировании отдаленных и близко расположенных (в пределах одной области) популяций *P.teres*; изоляция усиливает межпопуляционную дифференциацию, возникающую в том числе и за счет разнонаправленного влияния на формирование популяций патогена генотипов восприимчивых сортов ячменя.

Другой, не менее важный объект наших исследований - фузариоз колоса зерновых культур. Опасность этого заболевания заключается в том, что помимо снижения урожайности зерновых культур до 20-30% оно ухудшает химико-технологические качества зерна, приводит к загрязнению его опасными для человека и животных микотоксинами.

Это заболевание встречается на всей территории России, но особенную опасность представляет для зерновых культур в южных регионах России - эпифитотии фузариоза колоса происходят на Северном Кавказе почти каждые 4 года. Фузариоз зерна проявляется также в Центральном и Северо-Западном районах Нечерноземья, где заболевание проявляется чаще в скрытой форме, но зараженность семян довольно высокая - в отдельные годы в некоторых областях северо-запада она достигает 36% на ячмене, 28% на ржи и 17% на овсе (Левитин и др., 1994).

Популяционные исследования проведены с наиболее опасным для зоны Сев. Кавказа возбудителем *F.graminearum*. Выборки клонов из разных точек Краснодарского и Ставропольского краев, а также из Северной Осетии, имели высокий показатель сходства по морфологическим, электрофоретическим, физиологическим признакам и по концентрации микотоксина дезоксиниваленола (ДОН).

Различия выявлены лишь между географически отдаленными популяциями из Краснодарского и Приморский краев. Показано, что частота встречаемости высоко агрессивных клонов в краснодарской популяции составила 75%, в приморской - 24.5%.

Частота встречаемости изолятов, продуцирующих ДОН, была в 3 раза выше в краснодарской, чем в приморской выборке; продуцирующих ЗЕА в краснодарской популяции было около 42%, а в приморской - 25%, продуцирующих ацетатпроизводные ДОН - 62% в популяции краснодарской и 27% в приморской (Gagkaeva, Levitin, 1997).

Таким образом, в результате наших исследований показано, что на террито-

рии России существуют, как минимум, две локальные, географически изолированные популяции гриба *F.graminearum*, отличающиеся по морфолого-культуральным и биохимическим признакам, токсигенности и агрессивности, причем краснодарская популяция более агрессивная и токсигенная.

Нами проведена работа по оценке устойчивости к болезни исходного материала. Была оценена устойчивость видов пшеницы и эгилопсов различного географического происхождения к северокавказской популяции *Fusarium graminearum*. Большинство устойчивых образцов выявлено у *Triticum timopheevii* и *T.persicum*. Вид *T.aestivum* весьма гетерогенен по признаку устойчивости. Среди рода *Aegilops* наиболее устойчив к фузариозу колоса *Ae.tauschii*. Из 56 оцениваемых образцов этого вида 32 были устойчивы к заболеванию (Гагкаева и др.,1993; Гагкаева,Наврузбеков,1995).

Проблема селекции устойчивых к фузариозу колоса сортов пшеницы осложнена рядом причин. Одна из них - отсутствие корреляции между степенью пораженности пшеницы возбудителем фузариоза и интенсивностью накопления микотоксинов в растении. Очевидно, при создании исходного материала для селекции необходим отбор образцов, сочетающих устойчивость к болезни со способностью к активной деградации токсинов в растении. Для этого требуется объединение усилий селекционеров с иммунологами и токсикологами.

Ситуация с селекцией на устойчивость к бурой ржавчине весьма неблагоприятна. Сорта с высокой устойчивостью в производстве практически отсутствуют. Необходимо также признать, что отечественные сорта с частичной устойчивостью, районированные в настоящее время и в недавнем прошлом, не отличаются генетическим разнообразием. А, как известно, главное условие предотвращения эпифитотий бурой ржавчины и длительного сохранения эффективной устойчивости - поддержание генетического разнообразия по устойчивости в ареале воз-

делывания пшеницы. Возможны разные способы создания разнообразия, в том числе территориальное размещение генов устойчивости в селекцентрах и, как результат этого, создание и районирование сортов с разными генами устойчивости.

Проблема расширения генетического разнообразия исходного материала для селекции пшеницы, ячменя и картофеля на устойчивость является одной из основных задач наших исследований. Схема выявления эффективных источников специфической устойчивости к возбудителям бурой ржавчины пшеницы и сетчатой пятнистости ячменя включает скрининг образцов в лабораторных условиях с использованием синтетических или природных популяций патогена, испытание выделившихся образцов на искусственном инфекционном фоне с использованием в качестве инокулюма смеси популяций возбудителя из зоны испытания, характеристику эффективности устойчивости образцов путем тестирования представительной выборки клонов из различных географических популяций патогена и экологического испытания источников устойчивости в различных агроклиматических зонах. По данной схеме изучена устойчивость более 10000 сортов и образцов пшеницы к возбудителю бурой ржавчины и более 6000 - ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости из различных генетических центров происхождения культуры, а также селекционного и коллекционного материала и коммерческих российских и зарубежных сортов (Каталоги ВИР,1987, 1996; Афанасенко,1995). Созданы коллекции источников устойчивости пшеницы и ячменя к названным патогенам.

При анализе устойчивости образцов озимой и яровой пшеницы из коллекций ВИР в фазе проростков установлено, что генетическое разнообразие по устойчивости у озимой пшеницы выше, чем у яровой. Большинство устойчивых образцов яровой пшеницы из исследованной коллекции в России защищены геном Lr23 (более 50%). Доля генотипов с этим геном среди образцов озимой пшеницы значи-

тельно ниже (около 20%). На высокую представленность гена Lr23 в генотипах яровой пшеницы указывают и результаты гибридологического анализа, проведенного нами; из 11 устойчивых к бурой ржавчине зарубежных сортов яровой пшеницы различного географического происхождения у 8 был идентифицирован ген Lr23. Таким образом, проблема поиска доноров устойчивости к бурой ржавчине у яровой пшеницы стоит более остро, чем для озимой. Это дает основание рекомендовать использование генофонда устойчивости озимой пшеницы для селекции пшеницы яровой (Новожилов и др.,1998).

В ВИЗР проведен гибридологический анализ наследования устойчивости к бурой ржавчине у 48 образцов озимой и яровой пшеницы. Всего идентифицировано не менее 14 генов устойчивости, высокоэффективных в защите от всех популяций патогена, распространенных на территории СНГ. Вместе с тем, у образцов из США новой селекции обнаружена высокая встречаемость гена Lr24. Ранее таким же популярным был ген Lr23. Перспективными для селекции оказались несколько американских линий, созданных с использованием *Aegilops tauschii*, и несущие новые гены устойчивости Lr39, Lr40, обеспечивающие устойчивость только в стадии взрослых растений, и ген Lr41, эффективный в течение всего онтогенеза (Михайлова и др.,1987; Гуляева,1993; Mikhailova et al.,1994,1996; Mikhailova,Gulyaeva,1996).

Для выявления генетического разнообразия доноров устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости был проведен гибридологический анализ устойчивости 28 сортообразцов ячменя с использованием оригинальной методики инокуляции гибридных популяций штаммами гриба различного происхождения (Европа, США, Канада, Австралия). Полученные результаты свидетельствуют, что в большинстве случаев в одной комбинации скрещиваний имеется группа штаммов, расщепление к которым одинаково, и, в то же время, к некоторым штаммам обнаруживается расщеп-

ление, свидетельствующее о наличии дополнительных или иных факторов устойчивости. У каждого изученного образца выделено от 2 до 5 генов, детерминирующих устойчивость к *P.teres* (Афанасенко и др.,1999,1999а). Результаты анализа расщепления по устойчивости в F2 от скрещивания источников устойчивости между собой и с донорами известных генов устойчивости позволили выявить пул генов устойчивости к *P.teres*. Он включает в себя 46 генов, 38 из которых выявлены нами впервые; 13 из 38 генов детерминируют устойчивость изученных образцов к отдельным штаммам и, следовательно, относятся к числу частично эффективных.

Обоснована стратегия территориального размещения генов устойчивости ячменя, основанная на данных о пространственном распределении популяций возбудителя сетчатой пятнистости и эффективности генов устойчивости к различным популяциям паразита (рис.2). Предлагается использование как мозаики генов устойчивости, так и одного эффективного гена на большой территории.

Как никогда остро стоит проблема создания доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу. Для проведения работы по созданию доноров горизонтальной устойчивости, начатой в 1991 г., были использованы полученные в ВИР гибриды от скрещиваний культурных сортов с образцами 9 южноамериканских и 4 североамериканских видов *Solanum*, проявивших высокую устойчивость к фитофторозу.

Большинство клонов (48), выделенных по сумме ценных качеств, происходило от скрещиваний *S.polytrichon*, *S.simplicifolium*, *S.verrucosum*. Поддержанию высокого уровня устойчивости способствовал перманентный отбор по этому показателю, повторяемый в ряду семи гибридных поколений, ведущих начало от трех различных источников устойчивости (табл.2). Все гибридные сеянцы подвергались искусственному заражению путем опрыскивания в фазе рассады суспензией конидий сложновиру-

лентных рас патогена при высокой инфекционной нагрузке. При этом сохранялись здоровыми лишь сеянцы с высокой устойчивостью горизонтального типа, что подтверждалось испытанием их на инфекционном фоне. Среди не "страдавших" от фитофтороза сеянцев отбирали

наиболее продуктивные, давшие начало клонам, сочетающим высокую устойчивость с хорошей продуктивностью и качеством клубней. Такие, выделяемые из каждой гибридной популяции, клоны использовали для последующих скрещиваний.

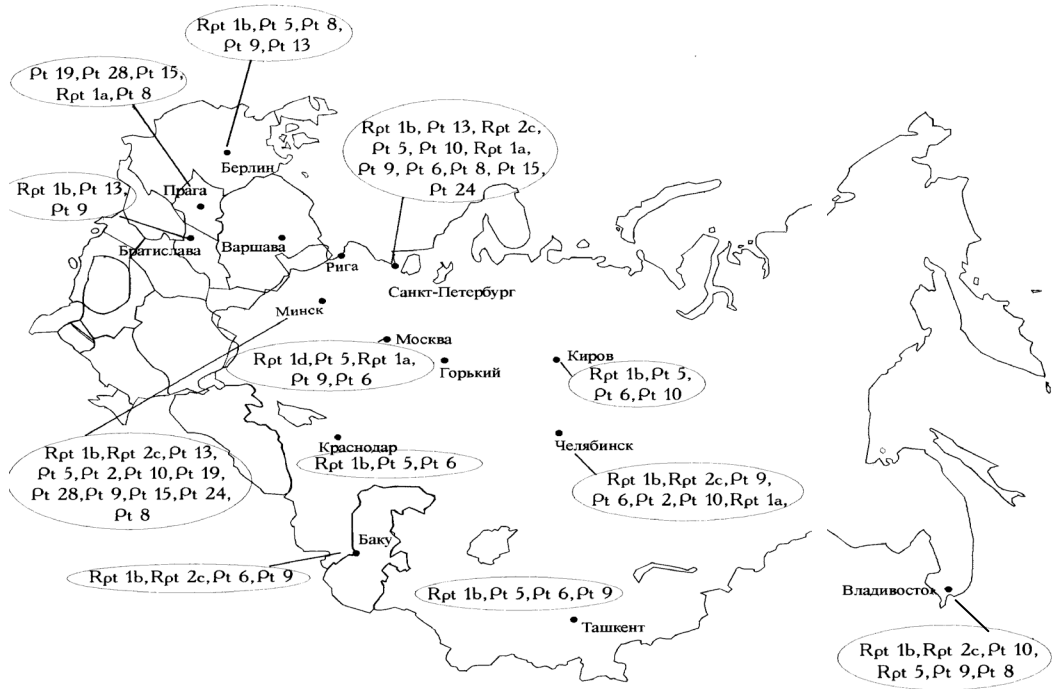


Рис.2. Территориальное размещение генов устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости

Таблица 2. Создание доноров горизонтальной устойчивости к фитофторозу картофеля, имеющих обогащенную генную основу

Источники устойчивости	Отбор по устойчивости к фитофторозу в последовательном ряду поколений гибридных сеянцев							
	Самоопыленные устойчивых гибридов	Бек-кросс	Самоопыленные устойчивых гибридов	Бек-кросс	Самоопыленные устойчивых гибридов	Конвергентное скрещивание	Самоопыленные устойчивых гибридов	Конвергентное скрещивание
<i>S.simplicifolium</i> × × культурный сорт	→	→	→	→	→	→	→	→
<i>S.polytrichon</i> × × культурный сорт	→	→	→	→	→	→	→	→
<i>S.verrucosum</i> × × культурный сорт	→	→	→	→	→	→	→	→

*Сложные гибриды сочетают гены горизонтальной устойчивости, унаследованные от *S.simplicifolium*, *S.polytrichon*, *S.verrucosum*.

Сохранению богатого набора генов устойчивости и усилению донорских способностей служило также чередование скрещиваний с самоопылением устойчивых гибридов. Существенное усиление устойчивости и улучшение донорских способностей по этому признаку достигнуто в результате конвергентных скрещиваний между гибридами, унаследовавшими устойчивость от различных видов *p.Solanum*.

Созданные путем двукратных конвергентных скрещиваний сложные гибриды имеют богатый набор генов горизонтальной устойчивости различного видового происхождения, проявивших хорошую наследуемость в скрещиваниях с культурными сортами и сочетаемость с показателями продуктивности. Эти гибриды не поражаются фитофторозом даже при

эпифитотийном развитии болезни. Они представляют дополнительный резерв устойчивости к фитофторозу, не использованный ранее в селекции картофеля.

В последние годы в ВИЗР развернуты фитоиммунологические исследования по возбудителю желтой пятнистости пшеницы и ринхоспориозу ячменя. Развитие желтой пятнистости на пшенице (пиренофороза), по данным СКНИИФ, достигало эпифитотийного уровня на Северном Кавказе; ринхоспориоз ячменя в отдельные годы с холодной затяжной весной может быть весьма вредоносен (потери урожая до 20%) в условиях северо-запада России. Проводятся исследования по изучению популяций этих возбудителей и по созданию банков доноров устойчивости.

Литература

Афанасенко О.С. Характеристика устойчивости некоторых сортообразцов ячменя к различным популяциям возбудителя сетчатой пятнистости *Ryzenophora teres* (Died.) Drechsler f. sp. *teres*. /Микол. и фитопат., 29, 4, 1995, с.27-32.

Афанасенко О.С. Изменчивость популяций возбудителей гельминтоспориозных пятнистостей ячменя и генетический контроль устойчивости к *Ryzenophora teres* Drechs. Автореф. докт. дисс., СПб, 1996, 41 с.

Афанасенко О.С., Зубкович А.А., Макарова И.Г. Генетический контроль устойчивости образцов ячменя к штаммам *Ryzenophora teres* Drechs. /Генетика, 35, 3, 1999, с.336-340.

Афанасенко О.С., Макарова И.Г., Зубкович А.А. Число генов у ячменя, детерминирующих устойчивость к штаммам *Ryzenophora teres* Drechs. /Генетика, 35, 3, 1999а, с.341-351.

Афанасенко О.С., Харлеб Х., Гусева Н.Н., Минаржикова В., Яношева М. Международный набор сортов-дифференциаторов популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя. /Микол. и фитопат., 28, 4, 1995, с.34-42.

Гагкаева Т.Ю., Богуславский Р.Л., Михайлова Л.А., Гульятеева Е.И. Оценка устойчивости образцов различных видов пшеницы к фузариозу колоса. /Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. Л., 147, 1993, с.27-32.

Гагкаева Т.Ю., Наврузбеков Н.А. Оценка видов рода *Aegilops* L. на устойчивость к фузариозу колоса. Тезисы докладов Всеросс.

съезда по защите растений. Л., ВИЗР, 1995, с.176.

Гульятеева Е.И., Михайлова Л.А., Одинцова И.Г. Генетический анализ устойчивости к бурой ржавчине линий мягкой пшеницы, производных *Agropyron elongatum*. /Сб. научных трудов по прикл. ботанике, генетике и селекции. Л., 147, 1993, с.32-35.

Левитин М.М., Иващенко В.Г., Шпилова Н.П., Нестеров А.Н., Гагкаева Т.Ю., Поторочина И.Г., Афанасьева О.В. Возбудители фузариоза колоса зерновых культур и форм проявления болезни на северо-западе России. /Микол. и фитопат., 28, 3, 1994, с.58-64.

Лукьянова М.В., Хохлова А.П., Афанасенко О.С., Терентьева И.А., Тюлина Л.Р., Богданова Г.М., Макарова И.Г. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 684. Ячмень. Источники устойчивости к сетчатому гельминтоспориозу, видам головної, карликовой ржавчине. СПб, 1996, 45 с.

Михайлова Л.А. Структура популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы на территории СНГ. V. Ареалы популяций и направление миграции спор. /Микол. и фитопатол., 30, 4, 1996, с.84-90.

Михайлова Л.А., Тырышкин Л.Г., Дерова Т.Г. Наследование устойчивости к бурой ржавчине у некоторых сортов озимой и яровой пшеницы. /Генетика, 23, 1987, с.2047-2053.

Новожилов К.В., Левитин М.М., Михайлова Л.А., Гульятеева Е.И. Принципы использования исходного материала в селекции пшени-

цы на устойчивость к бурой ржавчине. /Вестник РАСХН, 1, 1998, с.61-64.

Тырышкин Л.Г., Михайлова Л.А. Структура популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы. 1.Подбор сортов-дифференциаторов. /Микол. и фитопат., 23, 4, 1989, с.396-402.

Afanasenko O. Genetic diversity of resistance in a set of barley differentials for investigation of the population structure of *Pyrenophora teres* Drechs. Abstracts MCC 2000 (Mendel Centenary Congress). March 7-10, 2000 Brno. Votr. Pflanzenzuchtg., 47, 2000, p.182.

Gagkaeva T.Yu., Levitin M. Composition of *Fusarium graminearum* Schwabe populations collected from different regions of Russia. Cereal Research Communications, 25, 3/2, 1997, p.591-593.

Mikhailova L., Mikhova S., Donchev N., Gulyaeva E. Studies of resistance to some dis-

eases of wheat samples from Institute for wheat and sunflower "Dobroudja". /Plant Science, 31, 7, 1994, p.60-63.

Mikhailova L.A., Gulyaeva E.I. The detection of wheat leaf resistance genes in 13 winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. /Cereal Rust and Powdery Mildew Bulletin, 24, 1-2, 1996, p.70-73.

Mikhailova L., Karjin H., Gulyaeva E. Genetics of leaf rust resistance of new wheat accessions developed in Bulgaria. /Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2, 1996, p.711-717.

Mironenko N. Molecular variation and genetic structure in field populations of *Pyrenophora teres* causing net blotch of barley. /Abstracts MCC 2000 (Mendel Centenary Congress). March 7-10, 2000 Brno. Votr. Pflanzenzuchtg., 47, 2000, p.181.

IMMUNOLOGIC BASES FOR CEREAL AND POTATO BREEDING FOR RESISTANCE TO DISEASES

Afanasenko O.S., Levitin M.M., Mikhailova L.A., Kolobaev V.A., Gagkaeva T.Yu.

In the paper, the population studies data on causal agents of leaf rust of wheat, net blotch of barley and head blight of cereals are generalized. Based on these data, the principles of genetic diseases management are established. Current situation with the VIZR collection of donors of resistance of wheat, barley and potato to the most harmful diseases is discussed.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬЮ РАСТЕНИЙ В АДАПТИВНОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

С.Л.Тютюрев

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Рассматривается гипотеза о том, что через регуляцию гормонального обмена и стимуляцию иммунных реакций растений путем обработки их определенными биологически активными веществами (БАВ), в основном триггерного характера, можно повысить устойчивость растений к болезням, засухе, засолению и другим стрессам. Критические периоды в жизни растения являются теми моментами, когда регулирующее воздействие таких БАВ является максимальным. Показано, что использование защитно-стимулирующих составов с точки зрения регуляции стрессоустойчивости перспективнее, чем применение только биоцидов, в частности фунгицидов для обработки семян. Рассмотрены конкретные вещества, обладающие регуляторными функциями, возможности их использования в виде композиций при обработке семян. Изложены возможные биохимические механизмы индуцируемой БАВ болезнестойчивости. Сделана попытка связать гипотезу, развиваемую автором, с общебиологическими концепциями адаптивного земледелия, синергетики и трофобиоза.

Стресс применительно к растениям можно определить как жизнь в неблагоприятных по какому-либо фактору условиях, жизнь в условиях засухи, недостатка питания, неблагоприятных температур, пестицидного или грибного токсикоза почвы, поражения вредителями или возбудителями болезней. Стресс сдерживает рост и развитие растений, снижает урожай и его качество. Особо опасными стрессами являются неполноценное питание, болезни, вредители, неблагоприятные погодные условия и сочетания стрессов: голодание растений и засуха, болезни и неблагоприятный температурно-влажностный режим и т.д. При оптимальном питании и эффективной защите растений от болезней, вредителей и сорняков величина и качество урожая в основном зависят от погодных условий, регулировать которые мы не можем. Чтобы уменьшить эту зависимость от капризов природы, растениеводы имеют в своем арсенале много способов: использование стрессоустойчивых сортов, сортовой агротехники, севооборотов, различных приемов обработки почвы, агрохимикатов и т.д.

В данной работе внимание сосредоточено на значимости в антистрессовой стратегии растениеводства одного из них - на обработке семян биологически ак-

тивными веществами, прежде всего - протравителями, регуляторами роста, стимуляторами иммунной системы растений, микроэлементами. Во всех случаях обработок семян и вегетирующих растений пестицидами и другими БАВ необходимо учитывать не только биологическую эффективность против целевых объектов, но и степень влияния их на гормональный обмен защищаемых растений, обмен, наиболее подверженный влиянию среды, что дает возможность прогнозировать степень воздействия этих БАВ на стрессоустойчивость.

С помощью обработки семян биологически активными веществами можно защитить растения от семенной, почвенной и частично аэрогенной инфекции и повысить устойчивость проростков к другим стрессам, в частности к неблагоприятным погодным условиям в один из критических периодов их жизни. Действительно, одним из критических периодов в жизни любого растения является период в 15-20 дней после сева. Именно в этот момент растение "настраивает" экспрессию своего генома на условия окружающей среды. Часто именно в эти сроки происходит и заражение проростков различными почвенными патогенами и проявляется в виде болезней всходов семенная инфекция. Именно в этот период чрезвычайно

опасны другие стрессы - недостаток влаги, тепла, питания, света. В качестве примера в таблице 1 представлены различные стрессы, которые могут действовать в почве на усвоение корнями проростков питательных веществ.

Таблица 1. Типы стрессов в почве, ограничивающих способность растений усваивать находящиеся в ней питательные вещества

Физические стрессы	Недостаток влаги, механическое сопротивление (плотность почвы), анаэробизация (заболачивание), неблагоприятные температуры
Химические стрессы	Токсичные вещества и неблагоприятные значения pH, дисбаланс питательных веществ и микроэлементов
Биологические стрессы	Болезни, вредители, конкуренция с сорняками

Значение протравливания семян в условиях стресса

Прежде всего проросток должен быть защищен от воздействия фитопатогенов. Но эта защита должна учитывать возможность влияния на растения и других стрессов, например, засухи.

В засушливых районах борьба с болезнями на первых этапах роста и развития растений имеет свои особенности. Ассортимент протравителей должен быть подобран так, чтобы он в стрессовых погодных условиях был не только эффективным против фитопатогенов и не токсичным для растений, но и способствовал бы включению у растений механизмов стрессоустойчивости.

Рассмотрим это положение на примере ассортимента протравителей для зерновых культур и засушливых условий, которые обычно складываются, к примеру, в Саратовской области на зерновых в период сева-всходов-кущения. Саратовская область - регион рискованного земледелия. Здесь растения развиваются в условиях недостатка влаги и при высоких температурах. В таких экстремальных условиях протравители из различ-

ных химических групп проявляют разную эффективность в отношении возбудителей болезней и по-разному воздействуют на защищаемые растения. Без учета этих особенностей можно не получить желаемого эффекта, более того, он может быть отрицательным.

Из ассортимента протравителей мы рекомендуем определенную группу препаратов, эффективно действующих в зоне рискованного земледелия. В частности, особый интерес для Саратовской области и регионов, сходных с ней по климатическим условиям, представляют фунгициды-протравители семян на основе карбоксина и тирама (табл.2). Это прежде всего витавакс 75% СП (кемикар) фирм Юнироял и Кемира, витатиурам 80% СП, фенорам 70% СП и фенорам-супер отечественного производства, витавакс 200 и 200 ФФ фирмы Юнироял. Все эти препараты обладают высокой эффективностью против головневых заболеваний на зерновых, хорошо действуют при высоких температурах и стимулируют рост растений. Поэтому недаром впервые витавакс был зарегистрирован как фунгицид и стимулятор роста. Эти свойства препаратов на основе карбоксина дают им преимущества в засушливых условиях в сравнении с другими, например с бенлатом или винцитом. Последние два протравителя в стрессовых условиях (засуха в период вегетации) не снимают полностью пыльную головню и слабо действуют против гельминтоспориозной гнили.

Другой группой препаратов, рекомендуемой для засушливой зоны, могут быть раксил 2% СП, раксил Т 51.5% СП (фирма Байер), суми-8 2% СП (фирма Сумитомо Кемикл), а также недавно появившиеся на рынке новые протравители семян премис 2.5% КС и премис-тал 32.5% КС (фирма Рон Пуленк).

Для этих препаратов характерна высокая эффективность при повышенных температурах, отсутствие ретардантного эффекта и длительное сдерживание развития гельминтоспориозной корневой гнили.

Таблица 2. Основные протравители для обработки семян зерновых культур (пшеница, ячмень, рожь, овес), эффективные против семенной и почвенной инфекции в стрессовых условиях (недостаток влаги в почве)

Торговое название препарата, фирма-производитель	Действующее вещество и содержание его в препарате	Эффективность**			Действие в засушливых условиях при повышенной температуре
		головня (тв., пыльная)	фузариозная гниль	гельминтоспориозная гниль	
● Байтан универсал СП, Байер АГ	Триадименол+фуберидазол +имазалил (15 +2+2.5 г/кг)	+++	+++	++	+++ (на орошении)
Бенлат 50% СП, Дюпон, Хиоин	Беномил, 500 г/кг	++	+++	+	+
Винцит 5% СК, Зенека	Флутрифол+тиабендазол, 25 г/л + 25 г/л	++	+++	+	++
◆ Витавакс, 75% СП (кемикар, Юнироял, Кемира)	Карбоксин, 750 г/кг	+++	+	++	+++
◆ Витавакс 200 СП, Юнироял	Карбоксин+тирам, 375 г/кг + 375 г/кг	+++	+	++	+++
◆ Витавакс 200 ФФ, ВСК, Юнироял	Карбоксин+тирам, 170 г/кг + 170 г/кг	+++	+	++	+++
◆ Витатиурам 80% СП	Карбоксин+тирам, 500 г/кг + 300 г/кг	+++	+	++	+++
Дивиденд 3% КС, Новартис	Дифенконазол, 30 г/л	+++	++	++	++
Колфуго супер, 20% ВС, Хиоин	Карбендазим, 200 г/л	+++	+++		+
◆ Максим 2.5% КС, Новартис	Флудиоксонил, 25 г/л	+++∅	+++	++	+
◆ Максим стар 3.5% КС	Флудиоксонил+эпоксиконазол, 25 г/л + 25 г/л	+++	+++	+++	+
Паноктин 35% ВР, Рон-Пуленк	Гузатин, 350 г/л	+++∅	+++	++	+(яров.) ++ (озим.)
*Панорам 75% П, Рон-Пуленк	Фенфурам, 750 г/л	+++	++	+	
*Премис 2.5% КС, Рон-Пуленк	Тритикоконазол, 25 г/л	+++	++	++	+++
*Премис тотал 32.5% КС	Гузатин + тритикоконазол, 300 г/л + 25 г/л	+++	+++	++	+++
*Раксил 2% СП, Байер	Тебуконазол, 20 г/кг	+++	+	++	+++
*Раксил Т 51.5% СП	Тебуконазол+тирам, 15 г/л + 500 г/л	+++	+	++	+++
*Суми-8 2% СП, Сумитомо	Диниконазол, 20 г/кг	+++	+	++	+++
Текто 45% КС, МСД агвен	Тиабендазол, 450 г/л	+++	++	+	+
ТМТД 80% СП, ВНИИХСЗР	Тирам, 600 г/кг	+++ ∅	+	++	+
◆ Фенорам 70% СП, ВНИИХСЗР	Карбоксин+тирам, 470 г/кг +2 30 г/кг	+++	+	++	+++

**Эффективность: + низкая, ++ средняя, +++ высокая, ∅ не эффективны против пыльной головни, ◆ стимулируют рост растений, можно использовать и на твердой пшенице, * отсутствие ретардантного эффекта, ● ретардантный эффект при недостатке влаги в почве, коротком колеоптиле, посеве на глубину более 5 см.

На орошении беспспорным преимуществом будет обладать в засушливой зоне байтан универсал 19.5% СП (фирма Байер), поскольку он действует и против азрогенной инфекции (мучнистая роса, ржавчина).

Бенлат, винцит, колфуго-супер, максимум эффективны против снежной плесени на озимых культурах. Многие из них (бензимидазолы) длительно (до 1.5-2 лет) сохраняются в почве и хорошо действуют при высокой влажности и низкой температуре. Для засушливой зоны особенно на яровых эти препараты (бенлат, винцит, колфуго-супер) мало подходят, особенно против корневой гнили гельминтоспориозной природы.

Значительные трудности в засушливой зоне связаны с защитой зерновых культур не только от головни, но и от гельминтоспориозной корневой гнили. Ни один из рекомендованных препаратов не обеспечивает длительной 100%-ой защиты от этого заболевания, однако препараты на основе карбоксина, а также раксил и премис, заметно сдерживают развитие этого заболевания. А в связи с тем, что корневые гнили на зерновых - это болезни плохой агротехники, нерациональных севооборотов, соблюдение нормальной культуры земледелия, особенно использование правильного предшественника (к примеру, люцерны), и верно подобранного протравителя семян позволяют избавиться от корневой гнили гельминтоспориозной этиологии практически полностью.

В засушливой зоне есть особенности использования протравителей для мягкой и твердой пшеницы. Если на мягкой пшенице можно использовать весь рекомендованный ассортимент, о котором говорилось выше, то на твердой пшенице предпочтительнее препараты на основе карбоксина и тирама - витаваксы, фенорам. Необходимо учитывать также, что некоторые протравители триазольного ряда (байтан, например) в засушливых регионах при недостатке влаги в почве могут проявить ретардантный эффект, особенно у пшениц с генетически детерминированным коротким колеоптиле при

посеве на глубину более 5 см.

Учитывая, что с момента сева в зоне рискованного земледелия растения могут попасть под действие других, кроме болезней, стрессов (прежде всего засухи), мы можем обработкой семян и растений попытаться уменьшить возможность отрицательного воздействия этих факторов на урожай. Достичь этого можно разными путями. Полагаем, что уменьшить отрицательное воздействие стрессовых факторов возможно не только путем правильного подбора протравителя, но и изменением обмена веществ растений и его оптимизации в нужном нам направлении путем обработки семян различными биологически активными веществами (БАВ), которые, прежде всего, должны действовать на гормональный обмен проростков.

Гормоны и стрессоустойчивость

Гормоны - тот инструмент, через который растения осуществляют связь с внешней средой (Letham et al.,1978; Дерфлинг,1985). Стимулируя через гормональный обмен усиление образования корней, мы создаем на ранних этапах роста и развития лучшие условия жизни растений. Этот прием осуществим и на более поздних этапах вегетации. Он возможен потому, что под влиянием гормонов гены могут переходить в активное или в нерабочее состояние, то есть гормоны контролируют фенотипические проявления признаков, вероятно, они и превращают гены в фены, то есть фены - это работающие гены в интерфазный период жизни клетки. Именно в этот период на уровне транскрипции и трансляции происходит влияние стрессового фактора на растительную ткань. Контролируя влияние среды на растения, гормоны в то же время поддаются антропогенному воздействию путем обработки семян и растений регуляторами роста, стимуляторами иммунной системы, активаторами образования определенных ферментов и т.д. Тем самым создается возможность через антропогенное регулирование гормонального обмена влиять

на физиологию растения в нужном нам направлении, в частности, в сторону повышения его устойчивости к стрессам. При этом мы исходим из основного постулата, что обменом веществ в растении управляют гены и гормоны.

Высказанное нами положение хорошо укладывается в концепцию адаптивного земледелия, основоположником которой является А.А.Жученко (1994). Адаптивное земледелие можно определить как использование способности самих культивируемых растений и агроэкосистем противостоять нерегулируемым нами биотическим и абиотическим стрессам за счет стимуляции соответствующих адаптивных реакций, структур, механизмов. Гипотеза о ведущей роли биологически активных веществ гормональной природы в усилении работы генов укладывается и в общебиологическую закономерность, сформулированную Н.В.Тимофеевым-Ресовским как принцип усиления в биологии, когда синергетики (усилители) каких-либо единичных явлений с очень низкой энергией приводят в действие силы, которые могут быть на много порядков больше исходных сил. Гормоны, стимуляторы устойчивости и другие БАВ с этой точки зрения выступают в роли триггерного механизма, своеобразного спускового крючка, запускающего целый каскад последовательно протекающих биохимических реакций, приводящих к стрессоустойчивости или, наоборот, к усилению чувствительности к неблагоприятному фактору среды. В связи с тем, что активность генома обеспечивается практически полностью различными регуляторными механизмами, прежде всего гормонами, теоретически регуляторика может обеспечить получение у растения почти всего того, что дает селекция, то есть с помощью регуляторов метаболизма можно осуществить значительное усиление признака или его подавление (но не проявление признака, отсутствующего в генотипе!).

Другие механизмы регуляции (конечным продуктом, например) трудно поддаются антропогенному воздействию и вряд ли в ближайшее время на их основе

можно построить эффективную систему повышения стрессоустойчивости. Другое дело гормоны. Гормоны - действительно мощный регулятор морфологических и метаболических процессов, работу которых можно и нужно поставить под контроль человека с целью усиления защитных реакций растений от стрессов.

Гормоны определяют фенотипический статус растений, являясь специфическими групповыми регуляторами, они включают в работу или выключают из нее целые комплексы генов, они контролируют усвоение элементов питания, величину урожая, чувствительность к стрессам, в том числе - к погодным условиям и к болезням. В борьбе со стрессами этими свойствами гормонов можно и нужно пользоваться как рычагами управления в сочетании с другими - сортом, рациональным питанием - при разработке и освоении технологий экологически безопасного интенсивного и адаптивного земледелия. Именно этому пути развития растениеводства должно быть уделено большее внимание сельскохозяйственной науки на современном этапе.

Гормональный обмен растения - один из наиболее чувствительных типов обмена, реагирующий на внешние, прежде всего погодные воздействия. Гормоны являются в растении тем лимитирующим фактором, который определяет возможность проявления того или иного фенотипического признака.

В целом, можно констатировать, что наряду с генетической, мембранной и трофической системами, гормоны являются одной из главнейших систем регуляции и интеграции в целостном организме. На управляющую, координирующую роль гормонов в морфогенезе и обмене веществ растений исследователи обращают мало внимания.

По принципу действия гормоны можно разделить на положительно действующие на обмен веществ, рост, развитие растений (ауксины, цитокинины) и отрицательно действующие на эти процессы (этилен, абсцизовая кислота, гибберелловая кислота). По этому признаку можно разделить и гормоны-

иммуномодуляторы растений - жасмона-ты, салицилаты, брассиностероиды и др.

Гормоны по гипотезе ряда ученых создают в растении так называемые доминирующие центры или центры аттракции, в которых концентрируются питательные вещества и низкомолекулярные метаболиты, то есть фактически эти центры являются участками наивысшего метаболизма, к которым притягиваются питательные вещества (апексы, зоны образования придаточных корней и т.д.) (Полевой, Семенова, 1977).

Наша гипотеза о возможности повышения стрессоустойчивости через антропогенную регуляцию гормонального обмена и иммунных реакций растений хорошо согласуется с теорией трофобиоза (биологии питания), согласно которой здоровые растения с ненарушенным процессом питания и нормальным метаболизмом создают неблагоприятные условия для вредных организмов, а состояние недостаточной обеспеченности питательными веществами - "голода" - создают благоприятные условия для роста и развития патогенов. Растения с нарушенным обменом веществ, например в результате воздействия засухи, пестицидов, недостатка или избытка азота, фосфора, калия, при повышенном содержании в них аминокислот, сахаров и минеральных веществ способствуют распространению вредителей, например, тлей, а через них - вирусов и т.д. Принцип выращивания здоровых растений и их гармоничного развития при использовании регуляторов роста и метаболизма, индукторов стрессоустойчивости можно рассматривать как основополагающий для адаптивного, органического и вообще для экологически безопасного земледелия.

Растения синтезируют гормоны в количествах на несколько порядков меньших, чем грибы или бактерии, но, в отличие от микроорганизмов, растения обладают хорошо развитой системой регуляции, то есть, синтезируясь в одном месте, гормоны транспортируются и действуют в другом месте. Ауксины синтезируются в хлоропластах, действуют в

апексах корней и побегов, цитокинины и этилен синтезируются в одних частях клетки, а действуют в других. Абсцизины синтезируются в корнях, а действуют в листьях. Выход из состояния покоя регулируют гиббереллины и цитокинины, экспрессию генов - все гормоны, но прежде всего ауксины, процессы старения - этилен, покой и движение устьиц - абсцизовая кислота (АБК). Жасмонаты, салицилаты, органические амины и амиды регулируют прежде всего функционирование иммунной системы растений. Некоторые из них, например амины, влияют и на процессы дифференцировки тканей.

Как и у животных, гормоны у высших растений вырабатываются в ответ на действие внешних и внутренних стимуляторов, позволяя растению адаптироваться к изменениям окружающей среды и внутренним изменениям. В отличие от животных, растительные гормоны вырабатываются не в специальных железах, а в обычной клеточной ткани. Другим отличием является то, что растительные гормоны не оказывают специфического действия на какой-либо определенный орган. В большей части тканей содержатся специфические клеточные рецепторы, воздействуя на которые гормоны проявляют свое действие. Чувствительность ткани к соответствующим гормонам определяется количеством или доступностью этих рецепторов. Поскольку в ткани обычно содержится несколько типов рецепторов, гормоны могут взаимодействовать с разными рецепторами, что приводит к усилению или ослаблению действия каждого из рецепторов. В любом органе растения в определенный момент времени существуют отличающиеся модификации различных гормонов - как синтезированные в данном органе, так и полученные под действием импульсов из других органов растения. Сумма воздействий этих гормональных модификаций определяет, будет ли орган продолжать расти или рост прекратится, останется он жизнеспособным или начнется его отмирание, будет он поглощать питательные вещества или выделять их. От этого

гормонального состояния зависит, будут ли зерна давать ростки, а почки распускаться или нет, от него зависит, остается ли растение в вегетативной стадии или же начнется цветение. При благоприятных почвенных условиях кончики корней вырабатывают гормоны, которые стимулируют рост верхних частей растения, в то время как недостаток каких-либо питательных веществ оказывает противоположное действие. Удобрения не только питают растения, но могут также стимулировать синтез корнями гормонов, ускоряющих рост.

Гормональное состояние определяется взаимодействием по меньшей мере пяти различных групп фитогормонов, три из которых - производные мевалоновой кислоты (рис.1). Цитокинины представляют собой производные аденина с изопреновой структурой в боковой цепи. Абсцисины - это тримеры, а гиббереллины - тетрамеры указанной структуры. Другие гормоны (ауксины и этилен) являются продуктами превращения аминокислот (рис.2). Влияние всех гормонов реализуется через систему транскрипции, трансляции и, таким образом, через систему соответствующих ферментов.

Под влиянием условий среды соотношение гормонов меняется, при этом то требуются гормоны с положительным действием, то - с отрицательным. Обладая этим свойством, гормоны являются теми посредниками, которые связывают изменяющиеся условия обитания с внутренними механизмами регуляции, контролирующими гомеостаз у растений.

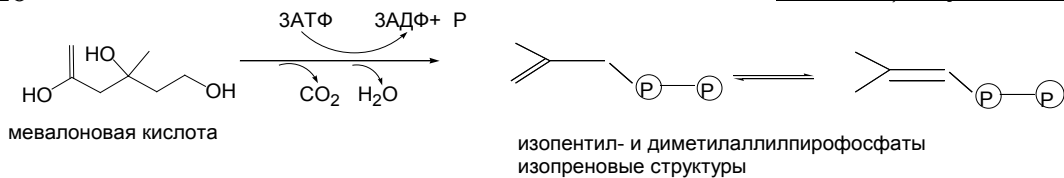
Некоторые биохимические представления об усилении стрессоустойчивости, в том числе и болезнеустойчивости, через регуляцию гормонального, белкового и вторичного обменов веществ показаны на рис. 3 и 4.

Установлено, что ауксины и цитокинины лучше действуют в нормальных условиях питания, роста и развития, гиббереллины, АБК и этилен - в плохих, стрессовых. При недостатке элементов питания и воды в тканях растений интенсивно образуется АБК. При засухе

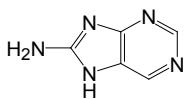
образуется АБК, при других стрессах - этилен. Гибберелловая кислота действует там, где ощущается недостаток питательных веществ, образующихся в листьях, то есть она действует в корнях; АБК работает в клетках, которые сталкиваются с недостатком питательных веществ, транспортируемых из корней в листья (то есть АБК действует в листьях). АБК и этилен могут и прямо ингибировать образование ферментов, контролирующих синтез позитивных гормонов, - ауксина и цитокининов. Ауксины и цитокинины индуцируют приток питательных веществ к местам их нанесения.

Голодание растений по макро- и микроэлементам вызывает образование в них АБК, этилена и гибберелловой кислоты. Чем лучше питание растений, тем больше позитивных гормонов (ауксинов и цитокининов) образуется в растении. Питание и гормональный обмен тесно связаны. Поэтому, чтобы повысить эффект использования элементов питания (НРК+микроэлементы), их надо обязательно вносить совместно с регуляторами роста, усиливающими образование в растениях позитивных гормонов, прежде всего ауксинов и цитокининов. Вот почему в почву, заправленную НРК или НРК с микроэлементами, надо высевать семена, обработанные не только протравителем, но и биологически активными веществами гормональной природы, стимулирующими образование нужных нам гормонов, то есть тех, которые усиливают эффективность питания (регуляторы роста ауксиновой и цитокининовой природы или их синтетические аналоги).

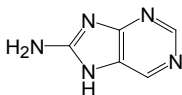
Основными параметрами нормального развития растений на начальных стадиях являются энергия прорастания и всхожесть. Низкая энергия прорастания и плохая всхожесть свидетельствуют о слабости развития корней, то есть о низком содержании в них положительных гормонов - ауксинов и цитокининов, ибо эти гормоны контролируют рост корня. А это означает, что в таких растениях стрессоустойчивость будет чрезвычайно мала.



ЦИТОКИНИНЫ

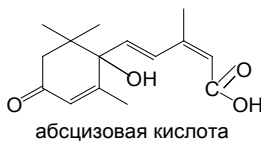
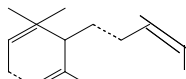


диметилаллиламинопурин

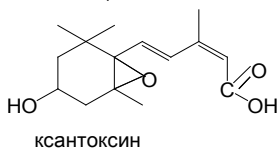


транс-зеатин

ПРОИЗВОДНЫЕ АБСЦИЗОВОЙ КИСЛОТЫ

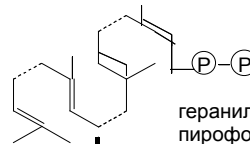


абсцизовая кислота



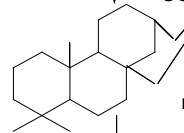
ксантоксин

ГИББЕРЕЛЛИНЫ

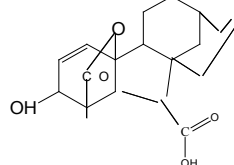


геранил-геранил пирофосфат

замедлители роста ССС, ТУР



каурен



гибберелловая кислота

Рис. 1. Фитогормоны, получаемые на основе изопреновой структуры

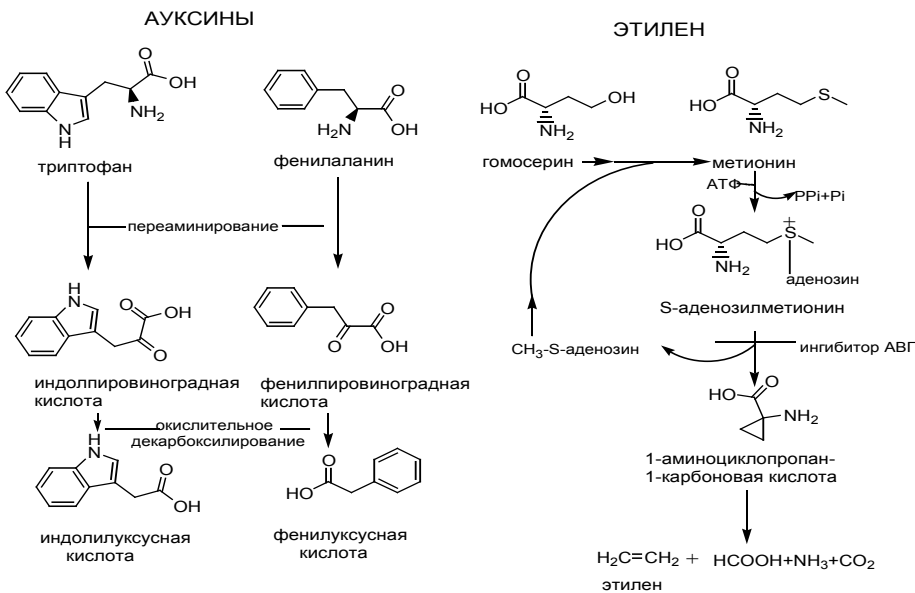


Рис.2. Фитогормоны, получаемые на основе аминокислот

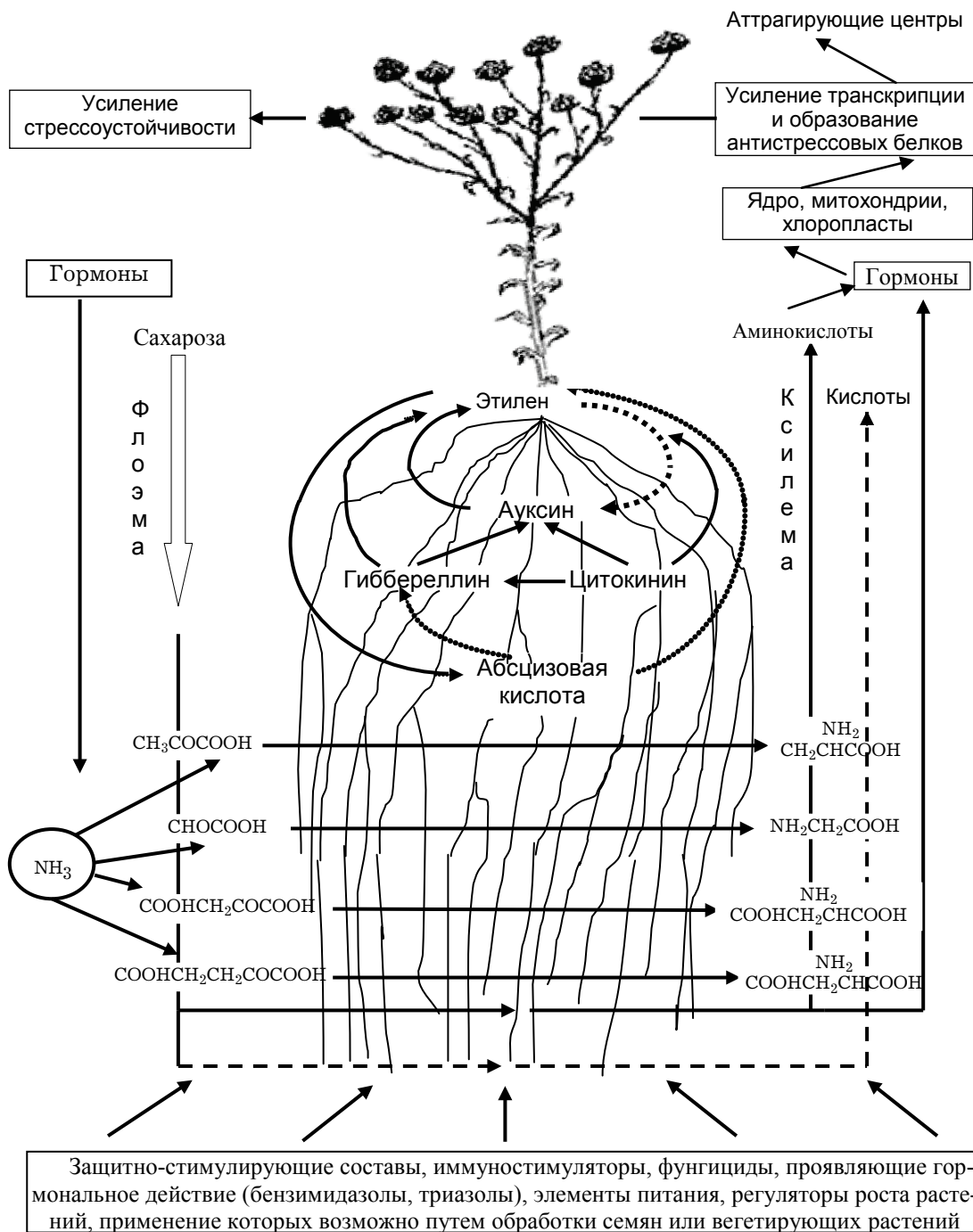


Рис.3. Теоретические представления об усилении стрессо- и болезнеустойчивости через регуляцию гормонального обмена в растениях
Сплошные стрелки в зоне гормонального взаимодействия - повышение уровня, пунктирные - понижение уровня того или иного гормона

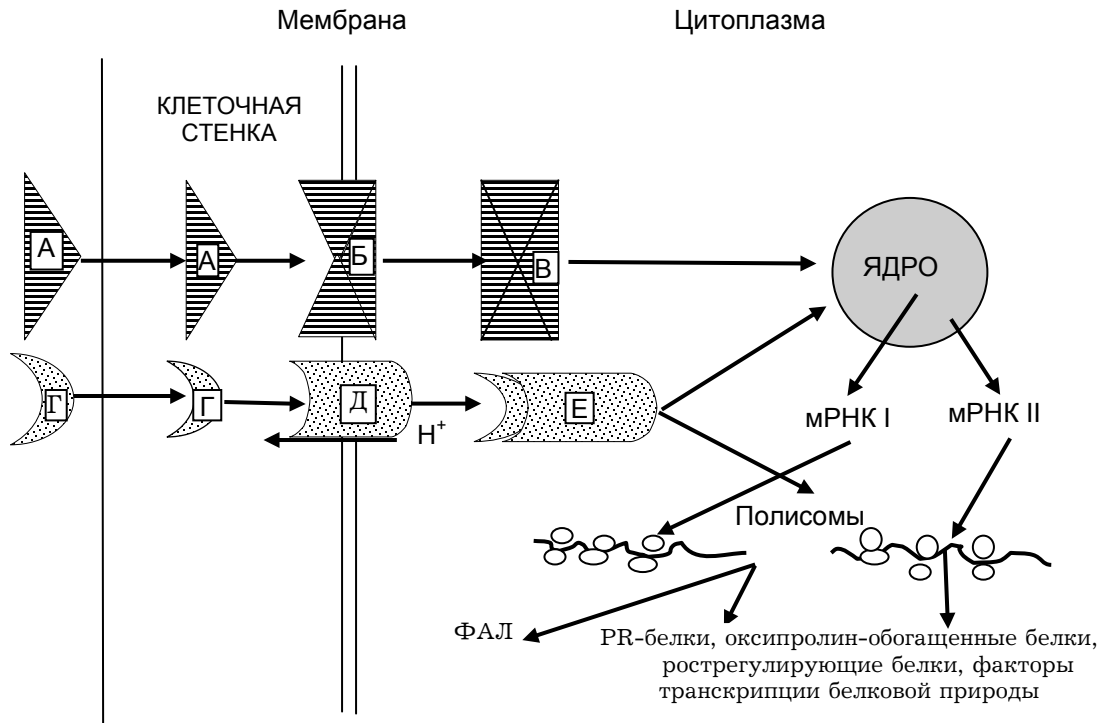


Рис.4. Общая схема механизма действия сигнальных молекул и гормонов на уровне транскрипции и трансляции

А-сигнальная молекула, Б-рецептор сигнальной молекулы, В-фактор транскрипции, Г-гормон, Д-рецептор гормона, Е-внутриклеточный сигнал; H^+ - протонная помпа, ФАЛ-фенилаланин-аммиаклаза, PR-белки - белки, связанные с патогенезом и стрессоустойчивостью

Механизм синтеза, действия и физиологические эффекты гормонов и их синтетических аналогов

Возможно, в период активного роста растений происходит интенсивное новообразование фитогормонов в основном за счет превращения шикимовой кислоты в индольные ауксины, а мевалоновой кислоты - в гиббереллины. В осенний период, когда содержание фитогормонов значительно, они, действуя по принципу обратной связи на аллостерический центр фермента, синтезирующего их предшественник, подавляют собственный синтез. В результате этого происходит торможение процесса роста и синтезируются ингибиторы: шикимовая кислота превращается в фенольные соединения, а мевалоновая в абсцизовую кислоту. По такому же принципу действуют и неблагоприят-

ные погодные условия, когда индуцируется образование АБК и фенольных соединений. Этилен же образуется по мере старения растений и снижения образования ауксинов, гиббереллинов и цитокининов.

Различные стрессы, связанные с неблагоприятными погодными условиями, патогены, поранение, пестициды и экзогенные фитогормоны действуют на растение по общей схеме, а именно: взаимодействие их с соответствующими рецепторами в мембранах клеток генерирует сигнал, который поступает в ядро и вызывает активацию определенных генов защиты (рис.5). Воздействие каждого из перечисленных факторов вызывает активацию транскрипции определенной специфичной для этого фактора группы генов, но имеется большой набор "общих" для разных стрессовых факторов инду-

цируемых генов. Внешнее воздействие, трансформируясь через ряд биохимических реакций во внутриклеточный сигнал, вызывает изменение метаболизма клетки, направленное на преодоление стресса и сохранение постоянства условий внутриклеточной среды.

Одним из механизмов защиты является реакция сверхчувствительности (гибели) определенных клеток при действии сильного стрессового фактора. Биологическая целесообразность такого механизма защиты заключается в том, что при этом генерируются межклеточные сигналы, которые вызывают реакции

защиты в других клетках, тканях и органах растения.

Гормоны участвуют в ответе практически на все стрессы, так как именно им принадлежит роль координаторов различных функций растительного организма. Кроме того, для каждого стресса характерна своя определенная группа гормонов. Для стрессов, связанных с заражением растений патогенами, к таким гормонам относятся жасмоновая, салициловая кислоты и их производные - различные жасмонаты и салицилаты, а также брассинолиды.

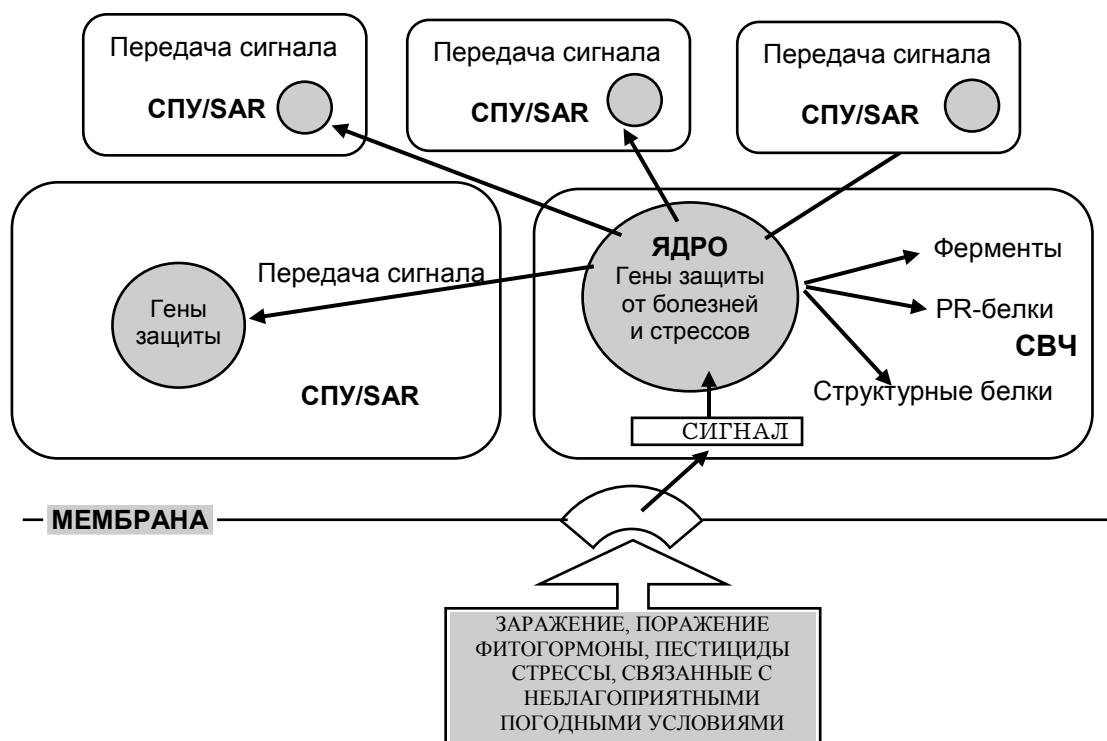


Рис.5. Схема пути передачи сигнала для индукции защитных ответов растений на различные стрессы
СВЧ - сверхчувствительность, СПУ - системная приобретенная устойчивость (systemic acquired resistance, SAR)

Влияние гормонов на устойчивость растений к болезням

Особый интерес к проблеме влияния гормонов растений на устойчивость к бо-

лезням возник в последние годы в связи с открытием новой группы растительных гормонов - жасмоновой кислоты, ее метилового эфира, других производных, оказывающих многостороннее действие при стрессах, в том числе при стрессах,

вызываемых заражением насекомыми и болезнями (Sembdner, Parthier, 1993; Tizio, 1996; Wasternack, Parthier, 1997).

Метилловый эфир жасмоновой кислоты, метил-цис-2-(2-пентен-1-ол)-3-оксоциклопентенил ацетат и родственные ему соединения широко распространены в растениях. Они обнаруживаются и в грибах. Жасмоновая кислота и ее производные - циклопентановые соединения синтезируются из линолевой кислоты. Из многочисленных пентановых метаболитов с различной структурой и биологической активностью наиболее физиологически активны жасмоновая кислота, метилжасмонат и их конъюгаты с изолейцином, валином или лейцином. Жасмонаты являются стресс-метаболитами, в частности метилжасмонат - сигнальная молекула, образующаяся в растениях в ответ на патогены, обработку растительных тканей или культуры клеток грибными элиситорами. Жасмонаты - летучие соединения и могут, выделяясь в атмосферу, достигать соседних растений и индуциро-

вать в них защитные реакции (табл.3).

Жасмонаты, нанесенные на растения экзогенно или образовавшиеся эндогенно в результате заражения патогенами и других стрессов, индуцируют синтез новых полипептидов - жасмонат-индуцируемых белков. Они также подавляют синтез некоторых белков, присутствовавших до обработки растений, или действие стрессовых факторов, а также осуществляют общую регуляцию биосинтеза белка в листьях. Жасмонаты влияют на экспрессию генов, усиливая их транскрипцию, изменяя стабильность транскриптов, их трансляцию и посттрансляционную модификацию белков. Как вторичные посредники (мессенджеры), синтезируемые в растениях в ответ на атаку патогенов, эти гормоны приводят в движение всю программу экспрессии генов защиты, включающую на начальных этапах синтез защитных белков растений, а на последнем этапе - общее подавление синтеза белка.

Таблица 3. Процессы, в которых экспрессия генов индуцируется жасмонатами и другими гормонами

Процесс	Сигнальные молекулы	Ответная реакция в растении
Поранение	Жасмонаты, системин, этилен, АБК	Усиление синтеза ингибиторов протеиназ
Заражение патогенами	Жасмонаты, салициловая к-та	Синтез PR-белков *
Действие грибных элиситоров	Жасмонаты, салициловая к-та	Синтез PR-белков, фитоалексинов
Опадение листьев, засуха	Жасмонаты, АБК	Образование дегидринов
Осмотический стресс	Жасмонаты, АБК	Синтез антистрессовых белков
Солевой стресс	Жасмонаты, АБК, этилен	Синтез осмотинов
Запасание азота	Жасмонаты	Образование вегетативных запасных белков (липоксигеназ, кислых фосфатаз), напина, круциферина
Созревание плодов	Жасмонаты, этилен	Синтез оксидазы аминокислотопропан карбоновой кислоты
Старение	Жасмонаты, этилен	Усиление синтеза липоксигеназы
Укрепление клеточных стенок	Жасмонаты	Усиление образования оксипролин- и глицин-богатых белков

* PR-белки - патогенез-связанные белки.

Жасмонаты индуцируют образование в растениях таких стресс-соединений как тионины, индуцируемые также патогенами и ионами двухвалентных металлов, ферменты фенилпропаноидного пути синтеза фитоалексинов. В целом, выде-

ляют пять групп жасмонат-индуцируемых защитных белков растений: ингибиторы протеаз, тионины, пролин-богатые белки, ферменты метаболизма фенилпропаноидов, рибосом-инактивирующие белки. Растительные ингибиторы

протеаз подавляют активность гидролитических ферментов грибов и насекомых, тионины фунгитоксичны, пролин- и оксипролин-обогащенные белки участвуют в укреплении клеточной стенки. Жасмонат-индуцируемые гены имеют в промоторах домен, отвечающий на жасмонат, включающий G-бокс, известный сайт связывания факторов транскрипции с ZIP-структурой. Предполагают, что жасмонат может непосредственно взаимодействовать с этими или другими постоянно синтезируемыми факторами транскрипции. Возможно также, что жасмонаты индуцируют синтез новых или стабилизируют различные факторы транскрипции, которые при обычных условиях лимитируют транскрипцию этих генов защиты. Метилжасмонат может передвигаться от места первичной индукции его синтеза во все органы и ткани растений, но в них не обязательно должен снижаться синтез белков, потому что они способны разрушать гормон. Снижая концентрацию метилжасмоната, растительная ткань защищает себя от деградации рибосом, при этом концентрация гормона может быть достаточно высокой для экспрессии защитных белков, которые в сочетании с другими защитными соединениями обеспечивают системную устойчивость к патогенам.

Участие цитокининов в защитных реакциях растений от болезней показано в опытах с трансгенными по цитокининовому гену растениями табака (Memelink et al., 1987, 1990). Такие растения имеют повышенное содержание цитокинина и более высокое по сравнению с контрольными содержание хитиназ и PR-1 белка. Они более устойчивы к вирусу табачной мозаики. Возможно, что в процессах развития приобретенной болезнестойкости существенную роль может играть эндогенный цитокинин.

Брассиностероиды - гормоны, имеющие свойства ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, а также собственные уникальные качества. В начале 80-х годов американские ученые показали, что брассиностероиды увеличивают урожай редиса, салата, фасоли, перца и томата,

однако последующие результаты полевых опытов были противоречивы. Широкомасштабные шестилетние опыты в Японии и Китае показали, что 24-эпибрассинолид увеличивает урожай ряда культур, включая пшеницу, кукурузу, табак, огурец, дыню. Установлено, что брассиностероиды защищают листья злаков от теплового шока и солевого стресса. В листьях пшеницы при повышенной температуре (40°C) 22S, 23S-гомобрассинолид и 24-эпибрассинолид активировали общий синтез белка и *de novo* синтез различных полипептидов, увеличивая таким образом термотолерантность белок-синтезирующего аппарата.

Брассиностероиды способны также повышать устойчивость растений к болезням. В растениях обнаружено более 60 гормонов группы брассиностероидов, среди которых наиболее активными (в миллиграммовых дозах на гектар) в качестве средства, повышающего урожай и устойчивость зерновых культур к низким температурам и другим стрессам, были брассинолид и его аналоги с неизменным стероидным структурным фрагментом. Проводится поиск их структурных аналогов, направленный на получение производных с модифицированной боковой цепью. Таким путем получены более простые по структуре биснор и гексанор брассинолиды, сохранившие физиологическую активность, характерную для брассинолида. Выделение этилена усиливается в процессе заражения разных видов растений фитопатогенными грибами, бактериями и вирусами. Его действие состоит в переключении клетки с одной программы функционирования на другую, при этом происходит репрессия части генов и усиление экспрессии других генов. Регулирующая роль этилена в перепрограммировании метаболизма клетки обнаруживается при стрессах, когда в растениях повышается выделение этилена, называемого стрессовым. Особенность синтеза этилена при заражении патогенами в сравнении с другими стрессами заключается в более сильном увеличении образования гормона (в

5 раз в сравнении, например, с поранением). Каждый тип взаимодействия патогена и хозяина также имеет свои особенности индуцируемого этиленобразования. Так, если растение отвечает на заражение сверхчувствительной реакцией, этилен передает сигнал о необходимости запуска защитных реакций в соседние с некрозом клетки. При чувствительности растения к патогену этилен, по-видимому, участвует в проявлении симптомов болезни.

Существует ряд работ, в которых показано, что предобработка растений этиленом или препаратами этиленпродуцентами перед последующим заражением патогенами повышает их устойчивость (Pegg, 1976; Roby et al., 1986). Предобработка растений табака этиленом приводила к 20-30% снижению их поврежденности вирусом табачной мозаики. Этрел снижает поражение томата фузариозным вилтом. Увеличение концентрации этилена в атмосфере хранящихся яблок повышает их устойчивость к последующему заражению горькой и плодовой гнилями. Плоды мандарина при обработке этиленом становятся устойчивыми к антракнозу.

Гиббереллины повышают устойчивость растений к болезням "низкого содержания сахара". Так, гибберелловая кислота повышает устойчивость томата к альтернариозу и увеличивает урожай плодов на 8-18%. Обработка гибберсибом - препаратом, разработанным Сибирским отделением РАН и представляющим собой смесь гиббереллинов, снижает развитие альтернариоза на растениях томата в 2-4 раза, септориоза - в 1.5-4 раза, черной бактериальной пятнистости - в 2-6 раз.

К специфическим иммуномодуляторам можно отнести салициловую кислоту, которая в настоящее время рассматривается как гормон растений (Raskin, 1992). Салициловая кислота интенсивно синтезируется при реакции сверхчувствительного ответа растений на патогены и совершенно необходима для реакции свехчувствительности. Но более изучена ее роль в передаче сигнала системной

приобретенной устойчивости растений к грибным, бактериальным и вирусным патогенам. Повышение содержания салициловой кислоты характерно для системной устойчивости. Салициловая кислота ингибирует активность каталазы и других железосодержащих ферментов, что приводит к повышению содержания в тканях перекиси водорода, обладающей как прямым разрушающим действием на патогены, так и способностью индуцировать работу ряда генов защиты растений.

О гормональном обмене у растений пшеницы при использовании фунгицидов и регуляторов роста

При обработке семян фунгицидами необходимо учитывать, что многие из них вмешиваются в гормональный обмен растений. Так, среди новых фунгицидов имеются такие, которые влияют на гормональный обмен растений. Это прежде всего стробилурины.

Стробилурины (азострубин, крезоксим-метил, метаминострубин и др.) индуцируют физиологические изменения в растениях - удлинение периода зеленого состояния листьев, повышение урожая. Такое биорегуляторное действие стробилуринов приводит к задержке старения, что связано с торможением синтеза этилена и возрастом образования эндогенных цитокининов.

Системные фунгициды азолового ряда (байтан, раксил и т.д.), являясь ингибиторами синтеза стероидов в грибах, проявляют и более или менее выраженное рострегулирующее действие на растения, ингибируя биосинтез гиббереллинов и амилазы при прорастании. Более точной мишенью действия фунгицидов-азолов является реакция окисления каурена в кауреновую кислоту - предшественник гибберелина, которая катализируется оксигеназой, содержащей в качестве апофермента цитохром P-450. Ингибируя синтез гиббереллинов и амилазы в прорастающих семенах, фунгициды-протравители триазольного ряда тормозят выход семян из состояния покоя, чем и объясняется ретардантный эффект их

действия на ранних этапах онтогенеза растения. Нами изучено влияние фунгицидов и хлорхолинхлорида на ауксиновый и гиббереллиновый обмен растений пшеницы (Тютюрев, Солодухина, 1980).

Показано, что снижение или увеличение активности одних природных регуляторов роста компенсируется соответствующим увеличением или снижением активности других. Предпосевная обра-

ботка семян фунгицидами беномилом, витаваксом и их смесями с регулятором роста хлорхолинхлоридом вызывает ингибирование ауксинового и незначительную стимуляцию гиббереллинового обмена в листьях пшеницы в фазу колошения. Использование смесей фунгицидов с хлорхолинхлоридом не влияет отрицательно на накопление ингибиторов ауксинового и гиббереллинового обмена (рис 6).

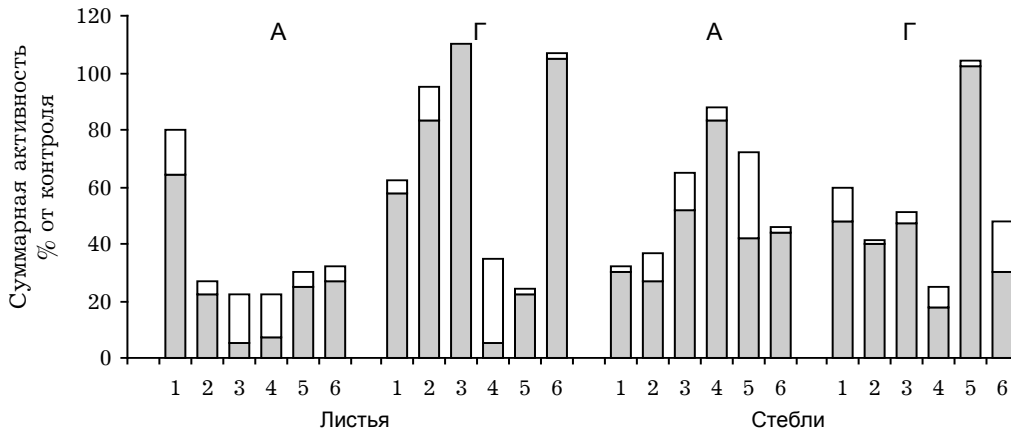


Рис. 6. Ауксиновый (А) и гиббереллиновый (Г) обмен в листьях и стеблях под влиянием предпосевного протравливания семян пшеницы фунгицидами и препаратом тур
1-контроль, 2-тур, 3-витавакс, 4-витавакс+тур, 5-беномил, 6-беномил+тур,
□ - стимуляторы, ■ - ингибиторы

Регуляторы роста и иммуностимуляторы, повышающие стрессоустойчивость

С помощью обработки семян регуляторами роста и иммуностимуляторами можно усилить рост корней и повысить сопротивляемость растений засухе, корневым гнилям, неблагоприятным температурам, засолению. Список рекомендованных для такой обработки веществ-регуляторов роста и иммуностимуляторов растений чрезвычайно велик, некоторые из них приведены в таблице 4.

Основные положения гипотезы и пути ее использования

В основу гипотезы положены следующие общебиологические концепции.

1. Степень проявления стрессоустойчи-

вости контролируется в растениях работой соответствующих генов.

2. Во взаимодействии растения с окружающей средой гормонам принадлежит ведущая роль.

3. Гормоны регулируют активность генов стрессоустойчивости.

4. Обменом веществ в растении управляют гены и гормоны.

5. Обмен гормонов и степень проявления иммунных реакций можно изменить в нужную нам сторону воздействием на растения определенными биологически активными веществами.

Влияние гормонов или регуляторов роста на корневую систему и растение в целом будет благоприятным в том случае, если растения не голодают не только по макро-, но и по микроэлементам. Хорошо известен факт, что многие микроэлементы в сочетании с регуляторами роста

Таблица 4. Некоторые регуляторы роста и иммуностимуляторы, рекомендованные для обработки семян и разрешенные к применению в России

Препарат, д.в.	Культура, способ обработки семян
Агат-25, <i>Pseudomonas aureofaciens</i> Н 16 (суспензия бактерий)	Предпосевная инкрустация семян ячменя и овса с добавлением 0.5% NaКМЦ (0.06 кг/г) (расход 12 л/т) для повышения урожайности, снижения поражения корневыми гнилями
Полистимулин А-6 П, 2,4-Д (200 г/кг)	Замачивание семян томата на 24 часа в 0.015% рабочем растворе (2 л/кг), предпосевная обработка семян сахарной свеклы (25 л/т) для повышения солеустойчивости, всхожести, ускорения роста растений
Фуролан Ж (989 г/л), 2-(2-фурил)-1,3-диоксолан	Предпосевная обработка семян риса совместно с протравителями для повышения урожайности, улучшения технологических показателей и посевных качеств зерна
Амбиол КРП (984 г/кг), бензимидазол-5-ол-дигидрохлорид	Предпосевная инкрустация семян кукурузы для повышения урожая и засухоустойчивости. Предпосевное замачивание семян огурца в течение 6 часов для повышения урожая и семенной продуктивности
Кавказ Ж (350 г/л), 2-оксо-2,5-дигидрофуран	Обработка семян кукурузы перед посевом 1.23-2.7% рабочим раствором и семян риса 0.1% рабочим раствором совместно с протравителями для повышения всхожести семян и урожайности
Универсальный КРП (850 г/кг), янтарная к-та	Обработка семян сахарной свеклы перед посевом (250 г/т в 50 л/т воды) для повышения энергии прорастания и всхожести семян, урожайности и сахаристости корнеплодов. Опрыскивание в фазе цветения винограда, земляники, черешни, вишни, алычи, абрикоса (30-80 г/га) для повышения урожая, сахаристости, ускорения созревания
Кремния диоксид + микроэлементы, экост 1/3 П (993 г/кг), экост 1/6 ВПС (300 г/л)	Обработка семян ячменя (400-500 г/т) для повышения полевой всхожести, урожая, снижения семенной инфекции и поражения болезнями в период вегетации. Обработка клубней картофеля перед посадкой (100 г/т) для снижения клубневой инфекции и повышения урожая
Метиур КРП (980 г/кг), 6-метил-2-тиоурацила натриевая соль	Инкрустация семян проса для повышения полевой всхожести и урожайности. Полувлажное протравливание семян овса для повышения всхожести и урожайности
Потейтин КРП(995 г/кг), N-окси-2,6-лутидина с янтарной к-той (комплекс)	Обработка клубней картофеля перед посадкой 0.001-0.002% рабочим раствором для повышения раннего и общего урожая
Иммуноцитифит ТАБ (31.2 г/кг), арахионовая кислота	Предпосевная обработка семян пшеницы, ржи, ячменя (0.3-0.45 г/т в 10-12 л/т воды) для повышения рострегулирующей, антистрессовой активности, устойчивости к болезням
Эпин Р (0.25 г/л), эпибрассинолид	Опрыскивание картофеля в фазе бутонизации (80 мл/га в 300 л воды) для улучшения клубнеобразования, повышения питательной ценности клубней, повышения устойчивости к фитофторе, снижения аккумуляции нитратов, солей тяжелых металлов и радионуклидов
Мивал КРП (950 г/кг), 1-хлорметилсилатран	Инкрустация семян пшеницы озимой и яровой, ячменя (1 г/т в 10 л/т воды), овса (2 г/т), кукурузы (5-10 г/т), опрыскивание клубней картофеля перед посадкой (10 г/т в 10 л воды) для стимулирования иммунной системы, повышения урожая
Гумат натрия РП (300 г/кг), гуминовые к-т натриевые соли	Предпосевная инкрустация семян пшеницы озимой, ярового ячменя, овса, подсолнечника (750 г/т в 10 л/т воды) для усиления роста растений, адаптации к неблагоприятным воздействиям погоды
Крезацин КРП (950 г/кг), ортокрезоксиуксунной к-ты ризтанолламмониевая соль	Инкрустация семян пшеницы озимой и яровой, ячменя (0.3-5 г/т в 10 л/т воды) для повышения урожайности, стимуляции прорастания, повышения сохранности узла кущения при низких температурах, предотвращения полегания, повышения устойчивости к болезням
Нарцисс П (900+979 г/кг), нарцисс ВР (80 г/л), хитозан+янтарная+глутаминовая к-ты	Обработка семян риса, пшеницы, ячменя (80 г/т) для увеличения зеленой массы, урожайности, повышения устойчивости к заболеваниям

и/или иммуностимуляторами повышают болезнеустойчивость растений, например, пшеницы - к корневым гнилям.

Считаем, что через гормональный обмен и элементы питания можно контролировать на достаточно высоком уровне эффективность грибные, вирусные и бактериальные заболевания. Именно сочетанием этих факторов (питание+ гормоны+другие биологически активные и экологически безопасные вещества) можно корректировать в нужном направлении обмен веществ растения.

Такие комплексные препараты, включающие НРК+микроэлементы, гормоны или их синтетические аналоги, витамины и другие биологически активные вещества уже известны, например, вуксалы (препараты, производимые в Германии фирмой Агр Эво).

Исходя из выдвигаемой концепции должна возрастать стресс-регулирующая роль подкормки растений НРК+микроэлементами совместно с гормонами или их аналогами. Использование удобрений в виде листовых подкормок позволяет усилить отток сахаров и белка в запасящие органы. Особенно это необходимо в те критические периоды, когда растения по каким-либо причинам (стрессы) этого сделать не могут. Такие подкормки необходимо проводить, сочетая НРК с микроэлементами, гормонами и полиамидами, то есть вопрос правильного, рационального питания это не только вопрос биологически верного сочетания макро- и микроэлементов, но и знания особенностей гормонального обмена культуры. Размер, форму и урожайность растений определяют не только удобрения, но и гормоны.

С учетом вышеизложенного о протравителях, макро- и микроэлементах, гормонах и их синтетических аналогах, иммуностимуляторах и других биологически активных веществах, в частности сигнальных молекулах или молекулах-триггерах, считаем, что более перспективна обработка семян не протравителями или биологически активными веществами отдельно, а обработка их композицией, состоящей из протравителя, фито-

гормона или его химического аналога, иммуностимулятора и других биологически активных веществ, усиливающих стрессоустойчивость. Такую композицию или композиционный препарат мы называем защитно-стимулирующим составом. Теория создания таких препаратов разрабатывается. Она частично изложена в этой статье, а также в других публикациях (Тютерев, 2000 а, б). И хотя именно биологически обоснованным композиционным защитно-стимулирующим составом принадлежит будущее в адаптивном растениеводстве, все еще много нерешенных проблем: не решены вопросы композиционного состава, синергизма, ассортимента, его эффективности в региональном аспекте и т.д. Все это выдвигает необходимость создания под эгидой РАСХН единой программы: "Теория и практика создания и использования защитно-стимулирующих препаратов в адаптивном растениеводстве".

Регуляторы роста и иммуномодуляторы, пригодные для защитно-стимулирующих составов

Защитно-стимулирующие составы по отношению к вредным организмам могут быть биоцидного и не биоцидного действия. Композиция или защитно-стимулирующий препарат биоцидного действия имеет в своем составе биоцид-протравитель (фунгицид-инсектицид), регулятор роста, стрессоустойчивости и продуктивности. Защитно-стимулирующие препараты не биоцидного действия не содержат биоцида, а защищают растения через повышение болезнеустойчивости, изменение обмена веществ растения в сторону, неблагоприятную для патогена, или ограничивают развитие патогена через конкуренцию и т.д.

Идеальным защитно-стимулирующим препаратом следует считать тот, в котором токсическое действие против патогенов (вредных организмов) сочетается со стимулированием всхожести, устойчивости к другим стрессам и повышением урожая.

На роль стимулирующих рост и болезнестойчивость растений веществ в таких защитно-стимулирующих препаратах претендуют в настоящий момент из БАВ мивал, амбиол, агат-25, иммуноцитифит, гумат натрия, экост, крезацин, нарцисс, эпин, янтарная кислота, картолин, хитозар, фитохит.

Фунгициды-ингибиторы биосинтеза стероидов, как уже отмечалось, обладают не только фунгицидной, но и рострегуляторной активностью. Стимуляторы роста (гиббереллины, ауксины) и их химические аналоги в рекомендованных для обработки семян дозах снимают ретардантный эффект и эффект фитотоксичности протравителя при отсутствии возбудителей болезней. Усиливая синтез цитокининов обработкой семян химическими аналогами цитокинина (например, 6-бензиламинопурином), можно снять отрицательное действие протравителей-ингибиторов биосинтеза стероидов (например, байтана), ибо цитокинины стимулируют выход семян из состояния покоя при прорастании. Не только 6-бензиламинопурин, но и другие вещества могут усиливать цитокининовый эффект при обработке ими растений. Среди них можно назвать еще недавно выпускаемый в России и рекомендованный к применению цитокининоподобный препарат картолин-2. Он выпускался в виде эмульсионного концентрата, содержащего 20% действующего вещества, органические растворители и поверхностно-активные вещества. ЛД₅₀ этого препарата для млекопитающих 4000 мг/кг, он не токсичен для птиц в рекомендованных дозах, не влияет отрицательно на микрофлору почвы. Этот функциональный аналог цитокинина предназначен для повышения устойчивости растений к стрессовым факторам - недостатку влаги, низким температурам. Большой положительный эффект достигается при заблаговременном внесении препарата. Применялся главным образом на зерновых культурах - пшенице, ячмене, ржи. Может использоваться также на кормовых травах, сое, люцерне, люпине, кукурузе, льне. Препарат способен повышать ус-

тойчивость белоксинтезирующего и фотосинтезирующего аппарата растительной клетки, репродуктивного аппарата растений. Наилучшие результаты достигаются в случае средней или малой интенсивности стрессового фактора, когда не происходит гибели растений, но существенно снижается урожай. По многолетним данным, в засушливых зонах прирост урожая зерна составляет 15-25%, активность клубеньковых бактерий у бобовых увеличивается в 1.5-2 раза, значительно повышается количество выживших растений у озимых после перезимовки.

Для ярового ячменя, пшеницы, тритикале, ржи препарат рекомендуется применять путем предпосевной инкрустации семян в дозе 50-100 г/т семян (по действующему веществу). При этом в инкрустирующую пленку можно вводить все необходимые добавки, включая протравители семян. Применяется препарат также методом опрыскивания вегетирующих растений в дозе 0.2-0.5 кг д.в./га в фазу кущения - начала выхода в трубку. При наступлении засухи применять препарат следует при первых ее признаках. Для озимой пшеницы препарат применяется путем предпосевной инкрустации семян с нормой расхода 100-150 г д.в./т семян.

Для повышения ризобияльного симбиоза у сои, в особенности на фоне применения гербицидов (трефлана, базагрона, лассо, прометрина и других), обработку растений проводят в фазу 2-4 настоящих листьев опрыскиванием при норме расхода 30 г д.в./га.

Картолин-2 положительно влияет на урожай зеленой массы кукурузы в случае недостаточности суммы положительных температур в период вегетации (предпосевная инкрустация семян, норма расхода 50-100 г д.в./т семян). Увеличивает урожай кормовых трав, семян клевера лугового и костреца безостого (при внесении дозы 30-50 г д.в./га в период бутонизации) и люцерны (в фазу ветвления). Возможно применение на рисе, хлопчатнике, плодовых и плодово-ягодных культурах.

Аналогично картолину свойстварегуляторов роста и иммуностимуляторов проявляют эпин, гуматы, иммуноцитопит, хитозан и другие биологически активные веществ, использование которых перспективно в защитно-стимулирующих составах в качестве стимуляторов роста и индукторов болезнестойчивости.

Комплексы металлов с этилендиаминдиантарной кислотой - стимуляторы роста и устойчивости пшеницы к бурой ржавчине как пример защитно-стимулирующего состава не биоцидной природы

Комплексы цинка и железа с этилендиаминдиантарной кислотой (ЭДДЯК) и ее смесь с микроэлементами Co, Cu, Mn, Mo, Zn, Fe, B были получены в Институте общей и неорганической химии Украины. Биологическая активность хелата обусловлена тем, что в состав этилендиаминдиантарной кислоты входят фрагменты янтарной и аспарагиновой кислот. Эффект положительного действия этого соединения на растения усиливается в присутствии железа и цинка. Под действием света комплекс этилендиаминдиантарной кислоты с микроэлементами разлагается на незаменимые аминокислоты, аммиак и микроэлементы, которые легко усваиваются растениями, что выгодным образом отличает комплексы на основе этилендиаминдиантарной кислоты от других представителей этого класса соединений.

В наших исследованиях с растениями яровой пшеницы сорта Саратовская 29, восприимчивыми к 77-й расе *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*, в условиях лабораторных, тепличных и полевых мелкоделных опытов комплексы элементов с этилендиаминдиантарной кислотой не оказали отрицательного влияния на всхожесть и энергию прорастания семян, которые были в пределах 98-100% (табл.5). Накопление биомассы проростками варьировало в зависимости от концентрации хелатов. Положительное влияние оказала этилендиаминдиантарная кислота и этилендиаминдиантарная

кислота в комплексе с железом в концентрации 0.01%. В этих вариантах опыта на третьи сутки биомасса увеличилась на 34.3% и 45%, через 6 суток - на 33.6% и 36% соответственно.

Стимулирующее влияние хелатов на физиологическое состояние растений сказалось и в фазу кущения. В отдельных вариантах опыта имело место более интенсивное накопление сухого вещества и общего азота. Во всех опытных вариантах возрастало содержание белкового азота, а также увеличивалась активность нитратредуктазы.

Уже сейчас можно было бы переходить от обработки семян протравителями к препаратам защитно-стимулирующего действия. Еще в начале 80-х гг. нами было получено авторское свидетельство на защитно-стимулирующий состав, состоящий из биоцидного фунгицида и янтарной кислоты (Тютерев и др.,1983). Достаточно к протравителю добавить янтарную кислоту в количестве от 0.1 до 0.3 кг на тонну семян, или гумат натрия (0.1 кг на тонну), или соль щавелевой кислоты (0.3 кг на тонну), или парааминобензойную кислоту (0.2 кг на тонну), чтобы получить дополнительно 1.5-2 центнера зерна с гектара. Технологии эти разработаны давно, причем с использованием новейших биологически активных полимеров-пленкообразователей.

Предпосевная обработка семян биологически активными веществами влияет положительно на энергию прорастания, всхожесть (лабораторную и полевую), рост, развитие растений лишь в неблагоприятных для прорастания семян условиях.

Если применить "антистрессовую стратегию" в растениеводстве основных сельскохозяйственных культур на принципах, изложенных выше, и расширить использование защитно-стимулирующих составов, то урожай многих культур можно увеличить на 25-30%.

В высокоурожайные годы рост и развитие культуры (в силу совокупности многих причин) представляет собой "идеал", к которому нужно стремиться всегда

Таблица 5. Влияние комплексов цинка и железа с этилендиаминодиянтарной кислотой на всхожесть, энергию прорастания семян и накопление биомассы проростками пшеницы сорта Саратовская 29

Вариант	Концентрация, %	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Биомасса проростков (г)	
				3-дневных	6-дневных
Контроль (обработка водой)	-	100	97	2.04	2.50
ЭДДЯК	0.1	99	99	2.00	2.52
	0.05	100	100	1.96	2.44
	0.01	100	100	2.74	3.34
Fe-ЭДДЯК	0.1	100	100	2.16	2.40
	0.05	100	100	2.46	2.70
	0.01	100	100	2.98	3.40
Zn-ЭДДЯК	0.1	100	98	2.44	2.84
	0.05	100	99	2.34	2.74
	0.01	98	98	2.16	2.34
Смесь микроэлементов с ЭДДЯК	0.1	98	95	1.60	1.96
	0.05	98	98	2.50	2.78
	0.01	100	100	2.56	2.88
НСР _{0.95}		1.2	1.3	0.17	0.14

Например, оптимальное количество дождей и умеренно низкая температура в период цветения приводят к оттоку углеводов из листьев в стебли и корни. В таких условиях растение запасает большее количество углеводов, которые затем используются для налива зерна, плодов, а не "старают" бесполезно в листьях. В менее удачные по погодным условиям годы можно применять обработки, направляющие углеводы из листьев в стебли и снижающие содержание этилена - гормона "старения". Такие обработки не вызовут задержки созревания. Необходимо помнить, что этилен, являясь "гормоном-переключателем" фаз онтогенеза, контролирует многие функции растений - созревание плодов, отмирание тканей и т.д.

Многие стрессы, например недостаток воды, вызывают опадение цветков, завязей. Под влиянием стресса в растениях усиливается образование этилена (так называемый стрессовый этилен), и если обработка, например, такими регуляторами роста, как гумат, эпин или хитозан снижает количество стрессового этилена, то опадение завязей снижается. Количество этилена можно снизить посредством обработки растений гормонами, синтезируемыми в корнях (гиббереллин, кинетин), фунгицидами бензимидазольного и

стробилуринового рядов на фоне нормального питания.

В некоторых регионах России использование защитно-стимулирующих составов дало положительный эффект. В опытах Среднерусской научно-исследовательской фитопатологической станции на посевах зерновых культур в Тамбовской области в 1999 г. испытывали различные защитно-стимулирующие смеси (протравители с биологически активными веществами), суми-8 + хитозан, винцит + хитозан, максим + гумат натрия, раксил + хитозан путем предпосевной обработки семян озимой пшеницы сорта Мироновская 808. Испытания показали, что эффективность этих композиций против корневых гнилей составила от 49.5 до 91.2% (в фазу кушения), прибавки урожая - от 3.2 до 7.2 ц/га. При обработке семян яровой пшеницы Воронежская-6 достоверная прибавка урожая (2.5 ц/га) получена при использовании смеси максима с силком. Наилучшие результаты дало сочетание суми-8 и хитозана (нарцисс).

На яровой пшенице прибавку урожая (2.3-2.8 ц/га) обеспечили иммуноцитифит, фитохит, эпин. Подтверждены многолетние данные о высокой эффективности смесей максима с гуматом натрия, максима с силком.

В наших опытах обработка семян яровой пшеницы сорта Амурская-74 защитно-стимулирующими составами (беномил+янтарная кислота, витавакс+янтарная кислота+NaKMЦ) не только защищала растения от пыльной головни, но и помогла им противостоять неблагоприятным погодным условиям (табл.6,7).

В целом стимулирующие добавки совместно с протравителем, примененные для предпосевной обработки семян, положительно влияют на энергию прорастания, всхожесть, рост, особенно в неблагоприятных для прорастания семян температурных условиях. Регуляторы роста усиливают поступление фунгицидов в семя. Гиббереллины повышают устойчивость к болезням низкого содержания сахара (например, растений томата - к альтернариозу). Цитокинины же усиливают транскрипцию PR-белков и белков, регулирующих питание растений, особенно азотное.

Защитно-стимулирующие составы не биоцидной природы на основе хитозана и сигнальных молекул - хитозары

Мы предполагаем, что в гетерогенной по молекулярной массе и степени деацетилирования смеси хитополисахаридов, каковым является хитозан, присутствует определенная часть олигомеров, которые имитируют механизм узнавания растением микроорганизмов и таким образом включают в растении системы метаболизма, ответственные за болезнестойчивость. Проникая через клеточную мем-

брану в растительную клетку, аминополисахара, различные по молекулярной массе и степени деацетилирования, включают (усиливают) различные биохимические механизмы синтеза антибиотических веществ (фитоалексинов, фенолов, лигнина и т.д.).

По нашим данным, хитозан проявляет также цитокининоподобное действие в растениях. Под влиянием хитозана содержание цитокининов в корнях проростков пшеницы увеличивается в 2.5 раза, то есть можно предположить, что при обработке семян хитозаном в корнях повышается не только содержание гормона, но и усиливаются биосинтетические процессы образования аминокислот и витаминов.

Хитозан обладает антигрибной, антибактериальной и антивирусной активностью и повышает болезнестойчивость в среднем на 30-40% при обработке им растений.

На основе хитозана и других биологически активных веществ и сигнальных молекул мы создали препараты под общим названием "хитозары". Эффективность их на ряде культур не уступает фунгицидам и фитоактиваторам болезнестойчивости зарубежных фирм. Они состоят из хитозана, органических кислот, биологически активных веществ природного происхождения и аналогового синтеза, а также прилипателей, растекателей и других добавок, улучшающих препаративную форму. Результаты изучения биологической эффективности некоторых из них приведены в таблицах 8-12.

Таблица 6. Влияние обработки семян яровой пшеницы (сорт Амурская-74) защитно-стимулирующими составами (беномил + янтарная кислота) на пораженность растений пыльной головней и их продуктивность*

Состав для обработки семян	Общая кустистость, шт/м ²	Количество проростков пыльной головней, шт/м ²	Поражено пыльной головней, %	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
Контроль (без обработки)	280	208	5.71	14.0	0
Беномил+янтарная к-та (3 кг/т + 50 г/т)**	432	293	0.01	18.7	4.7
Беномил (3 кг/т)	279	184	0	15.7	1.7
Янтарная кислота (50 г/т)	376	296	3.38	16.2	2.2

*Погодные условия: холодная весна, избыток влаги в вегетацию. **Приготовленным составом обрабатывали семена перед посевом из расчета 10 л на 1 т семян (полусухое протравливание).

Таблица 7. Влияние предпосевной инкрустации семян яровой пшеницы (сорт Амурская-74) защитно-стимулирующими составами (витавакс + янтарная кислота + NaKMЦ) на густоту стояния, пораженность пыльной головней и продуктивность растений*

Вариант	Норма расхода, кг/т	Поражено пыльной головней, %	Густота стояния растений, шт/м ²	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га
Контроль	-	0.2	329.8	18.7	-
Витавакс	3	0	340.0	21.7	3.0
Витавакс + NaKMЦ	3 + 0.2	0	354.4	23.2	4.5
Витавакс + янтарная к-та + NaKMЦ	3 + 0.5 + 0.2	0	359.9	26.3	7.6

*Погодные условия: холодная засушливая весна, достаточное количество почвенной влаги в летние месяцы.

Таблица 8. Биологическая эффективность (%) защитно-стимулирующих составов на основе хитозана (хитозара У для обработки семян и хитозара О для опрыскивания растений) против комплекса болезней ячменя и их влияние на урожай (сорт Заозерский, полевой опыт, Тверская область, 1996)

Показатели		Хитозар У 2.5% ВРК (4 кг/т), хитозар О 7% ВРК. (4.2 кг/га) (однократно)	Эталон - байтан У (2 кг/т), тилт (0.5 кг/га) (однократно)
		Корневые гнили (<i>Fusarium culmorum</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i>)	Кущение Колошение Мол.-воск. спелость
Пятнистости листьев (<i>Helminthosporium teres</i> , <i>H.graminearum</i> , <i>H.sativum</i>)	Кущение Колошение Мол.-воск. спелость	100 ± 8.1 39.8 ± 2.4 0	100 ± 7.0 62.2 ± 4.3 8.7 ± 0.5
Ринхоспориоз (<i>Rhynchosporium graminicola</i>)	Колошение Мол.-воск. спелость	100 ± 6.3 41.8 ± 3.2	100 ± 5.1 61.2 ± 4.3
Септориоз (<i>Septoria nodorum</i>)	Мол.-воск. спелость Листья Колос	51.8 ± 3.9 25.0 ± 1.9	63.0 ± 5.0 47.2 ± 3.6
Прибавка урожая, %		12.3 ± 0.9	12.6 ± 0.8

Таблица 9. Влияние обработки семян препаратами защитно-стимулирующего действия на развитие всходов пшеницы и поражаемость их фузариозной корневой гнилью (вегетационный опыт, возбудитель *F.culmorum*)

Вариант*	Норма расхода, кг/т, л/т	Всхо-жесть, %	Длина проростков на 10-е сутки, см	Развитие корневой гнили на всходах, %	Биологическая эффективность, %
Контроль	0	82.6	10.3 ± 2.5	52.7	-
Витавакс 200 ФФ 34% ВСК (эталон)	3	90.0	12.5 ± 1.5	23.6	55.0
Хитозар 44.6% ВРП	0.2	87.5	16.4 ± 2.5	10.8	79.5
Хитозар У 2.5% ВРК*	2	98.7	15.7 ± 1.4	23.6	55.2
Хитозар Э-6 2.5% ВРК	4	92.5	11.3 ± 1.0	23.8	54.8
Хитозар Э-7 2.5% ВРК	4	88.7	11.4 ± 1.5	25.1	52.3
Хитозар Э-8 2.5% ВРК	40	90.7	10.1 ± 1.6	25.0	52.7

*Хитозары У, Э-6, Э-7, Э-8 содержат 2.5% действующего вещества - хитозана.

Таблица 10. Влияние обработки семян препаратами защитно-стимулирующего действия на поражаемость яровой пшеницы (сорт Ленинградка) фузариозной корневой гнилью (опытное поле ВИЗР, искусственный инфекционный фон)

Вариант	Норма расхода, кг/т, л/т	Фаза кущения		Фаза мол.-восковой спелости	
		Развитие корневой гнили, %	Биологическая эффективность, %	Развитие корневой гнили, %	Биологическая эффективность, %
Контроль	0	21.4 ± 1.2	-	30.3 ± 1.4	-
Витавакс 200 ФФ	3	9.3 ± 0.9	56.5	19.8 ± 2.6	34.6
34% ВСК (эталон)					
Хитозар 44.6% ВРП	0.2	11.7 ± 0.8	45.3	24.2 ± 3.3	20.1
Хитозар У 2.5% ВРК	2	19.9 ± 2.9	29.7	28.1 ± 3.2	28.5
Хитозар Э-6 2.5% ВРК	4	12.5 ± 1.5	55.8	26.4 ± 2.6	32.8
Хитозар Э-8 2.5% ВРК	4	25.2 ± 2.1	10.9	33.6 ± 2.9	14.5

Таблица 11. Действие защитно-стимулирующего препарата на основе хитозана (хитозар 44.6% ВРП) против фузариозно-гельминтоспориозной гнили ячменя* (естественный инфекционный фон, Сальский район Ростовской области)

Вариант	Норма расхода кг/т, л/т	Полевая		Корневые гнили, %	
		всхожесть, %	распространение	развитие	
Контроль (обработка водой)	-	63.9	33.5	13.8	
Хитозар 44.6% ВРП	0.2	61.1	11.9	5.1	
Витавакс 200 ФФ 34% ВСК	3	70.7	13.3	4.4	

*Семена ячменя сорта Пирка обрабатывали препаратами и высевали в почву вручную (70 зерен на 1 погонный метр). Размер делянки 1 м² в 4-кратном повторении. Учет полевой всхожести через 20 дней после посева, пораженности корневой гнилью - в фазу кущения.

Таблица 12. Действие защитно-стимулирующего препарата на основе хитозана (хитозар М 7% ВРК.) против мучнистой росы пшеницы (*Erysiphe graminis* f.sp.*tritici*)* (искусственный инфекционный фон, вегетационный опыт ВИЗР, 1997)

Вариант	Концентрация д.в., %		Развитие болезни, %		Биологическая эффективность, %
Контроль (обработка водой)	-		62.8 ± 5.40		0
Хитозар М 7% ВРК	0.2		0.2 ± 0.01		99.7
Бион 50% ВРК	0.01		11.6 ± 0.12		81.5

*Сорт Харьковская 46, профилактическое опрыскивание растений.

Заключение

Изложена гипотеза о ведущей роли гормонального обмена и иммунных реакций в стрессоустойчивости растений, в геноме которых имеются гены, контролируемые эти признаки. На конкретных примерах показана возможность управления стрессоустойчивостью через антропогенную регуляцию гормонального обмена и иммунных реакций растений. Рассмотрены некоторые стрессовые ситуации, встречающиеся в природе

(стрессы, ограничивающие способность растений усваивать находящиеся в почве питательные вещества, ассортимент протравителей для зерновых в условиях засухи).

Показаны роль и место гормонального фактора во взаимодействии растений с окружающей средой, при этом подчеркивается, что обменом веществ в растении управляют гены и гормоны. Рассмотрены некоторые биологические свойства гор-

монов роста и гормонов стрессоустойчивости, пути их биосинтеза и факторы, их регулирующие. Степень проявления болезнеустойчивости, как и любого признака стрессоустойчивости, регулируется генами и гормонами.

Под влиянием биологически активных веществ гормональный обмен меняется, что, в свою очередь, изменяет обмен веществ растения в целом.

Показаны пути управления гормональным обменом и посредством этого - обменом в целом в сторону стрессоустойчивости растений. В условиях нормального питания можно с помощью регулирования гормонального обмена защитно-стимулирующими составами усилить устойчивость растений к стрессам. Путем обработки семян защитно-стимулирующими составами можно усилить рост и развитие корней и тем самым увеличить засухо- и морозостойкость. Путем усиления гиббереллинового, цитокининового или ауксинового обменов можно повышать эффективность использования питательных веществ. При обработке регуляторами роста, усиливающими аттрагирующие свойства тканей, в них значительно интенсивнее происходит приток метаболитов и биосинтетические процессы.

Развиваемая нами гипотеза имеет выход в практику, ибо она доказывает, что управление стрессоустойчивостью, включая и болезнеустойчивость, может быть осуществлено не только с помощью селекции, но и путем обработки растений биологически активными веществами, усиливающими синтез определенных гормонов и/или стимулирующих образование в растительных тканях антипатогенных веществ. Этот путь позволяет снять отрицательное влияние стрессов на растения в конкретных условиях среды.

Высказанное нами положение хорошо вписывается в концепцию адаптивного земледелия, развиваемую в России

А.А.Жученко, и в теории трофобиоза и синергетики, развиваемые плеядой русских ученых.

В антистрессовых технологиях, в частности в технологиях повышения болезнеустойчивости, которые нам еще предстоит разработать, необходимо прежде всего воздействовать на гормональный обмен растений в нужном нам направлении. Для этого есть ассортимент биологически активных веществ и сигнальные молекулы природного и синтетического происхождения. Необходимы не эмпирически подобранные их смеси, а теоретически обоснованные сочетания в виде защитно-стимулирующих составов различного назначения в разрезе культур, типов стрессов, регионов.

Гормональные воздействия - эффективный метод управления стрессоустойчивостью (засухо-, морозо-, соле-, болезнеустойчивостью) и продуктивностью. Стимуляция гормонального обмена в нужном направлении - еще не раскрытый резерв борьбы и с неинфекционными заболеваниями. Для достижения продолжительного эффекта, как показала практика, предпочтительнее использование синтетических стимуляторов роста и стрессоустойчивости растений, а не биологически весьма лабильных природных гормонов.

Селекция на повышение эффективности использования питательных веществ (удобрений) без селекции на повышенное образование ростстимулирующих гормонов невозможна. Особенность гормонального действия определяется взаимодействием всех групп гормонов: ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, этилена, АБК и гормонов-иммуностимуляторов. Количественное превалирование положительно действующих гормонов над отрицательно действующими способствует росту, развитию и болезнеустойчивости растений.

Литература

Дерфлинг К. Гормоны растений (системный подход). М, 1985, 304 с.
Жученко А.А.. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концеп-

ция). Пуцино, 1994, 147 с.

Полевой В.В., Саламатова Т.С. Растяжение клеток и функции ауксинов. /Рост растений и природные регуляторы. М, 1977, с.171-192.

Тютерев С.Л., Солодухина О.В. О гормональном обмене у растений пшеницы при использовании фунгицидов и хлоролинхлорида. /С.-х. биология, 15, 4, 1980, с.544-547.

Тютерев С.Л., Баталова Т.С., Жукова Л.А. Состав для предпосевной обработки семян пшеницы. Авторское свидетельство №1024026 от 22 февраля 1983 г.

Тютерев С.Л. Совершенствование химического метода защиты сельскохозяйственных культур от семенной и почвенной инфекции. СПб, 2000 а, 251 с.

Тютерев С.Л. Неинфекционные болезни растений. СПб, 2000 б, 27 с.

Letham D.S., Goodwin P.B., Higgins T.J.V. (eds.) Phytohormones and related compounds. Vol I, The biochemistry of phytohormones and related compounds. Vol II, Phytohormones and the development of higher plants. Elsevier/North-Holland, Amsterdam, 1978, 520 p.

Memelink J., Hoge J.H.C., Schilperoort R.A. Cytokinin stress changes the developmental regulation of several defence related genes in tobacco. /The EMBO Journal, 6, 1987, p.3579-3583.

Memelink J., Linthorst J.M., Schilperoort

R.A., Hoge J.H.C. Tobacco genes encoding acidic and basic isoforms of pathogenesis-related proteins display different expression patterns. /Plant Molec. Biol., 14, 1990, p.119-126.

Pegg G.F. The involvement of ethylene in plant pathogenesis. /Encyclopedia of Plant Pathology, new series, 4, 1976, p.582-591.

Raskin I. Role of salicylic acid in plants. /Annual Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 43, 1992, p.439-463.

Roby D., Toppan A., Esquerre-Tugajje M.T. Cell surfaces in plant-microorganism interactions. V. Elicitors of ethylene from *Colletotrichum lagenarium* trigger chitinase activity in melon plants. /Plant Physiol, 81, 1986, p.228-233.

Sembdner G., Parthier B. The biochemistry and the physiological and molecular actions of Jasmonates. /Annual Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol, 44, 1993, p.569-589.

Tizio R. Jasmonic acid and their derivatives as plant growth regulators. /Biocell, 20, 1996, p.1-10.

Wasternack C., Parthier B. Jasmonate-signalled plant gene expression. /Trends in Plant Science, 2, 8, 1997, p.302-308.

PHYSIOLOGY-BIOCHEMICAL BASES FOR STRESS RESISTANCE MANAGEMENT IN PLANTS IN ADAPTIVE AGRICULTURE S.L.Tiouterev

In the article, a hypothesis is developed on possibility to increase plant resistance to diseases, drought, and salt stress through regulation of metabolism of plant hormones and stimulation of defence reactions by means of plants treatment with some biologically active substances (BAS), mainly with trigger mode of action. Critical periods in plant life are those when regulating effect of such BAS is highest. Employment of protective-stimulating compounds are shown to be more promising for regulation of plant resistance to stress than application of biocides solely, particularly fungicides for seed treatment. All substances proved to possess regulating functions are considered, with particular attention to the possibility of their use as components of mixtures for seed treatment. Possible biochemical mechanisms of induced defence responses in plants are discussed. An attempt is made to link the author's hypothesis with conventional biological conceptions of adaptive agriculture, synergetics, and trophobiosis.

НАСЛЕДСТВЕННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПШЕНИЦЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЗЛАКОВЫМ ТЛЯМ

Е.Е.Радченко

Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, Санкт-Петербург

В различных эколого-географических зонах из 4527 образцов пшеницы выявили 48 форм, слабо заселяемых обыкновенной черемуховой и большой злаковой тлями. Для селекции на устойчивость к обыкновенной черемуховой тле рекомендуются образцы яровой мягкой пшеницы, проявившие антибиоз к вредителю. Показано, что антибиоз наследуется дискретно и может изучаться методами гибридологического анализа. Определена связь между геномным составом пшеницы и устойчивостью к злаковым тлям. Наиболее устойчивы диплоидные виды с геномами A^u (*Triticum urartu*) и A^b (*T.boeoticum*, *T.monococcum*). Геном D может обеспечивать высокую устойчивость видов пшеницы *T.kiharae* и *T.miguschovae*. Устойчивость, обусловленная геномом G, преодолевается вредителями.

Интенсификация сельского хозяйства привела к существенному увеличению вредоносности тлей на зерновых культурах. Селекция устойчивых сортов - радикальный и, вместе с тем, наиболее дешевой и экологически чистый способ борьбы с тлями. Однако существующий сортимент не отвечает современным требованиям, селекция на иммунитет к этой группе вредителей в России почти не ведется. Одна из причин - слабая изученность исходного материала.

Исследовали наследственное разнообразие рода *Triticum* по устойчивости к наиболее распространенным и вредоносным видам тлей - большой злаковой (*Sitobion avenae*) и обыкновенной черемуховой (*Rhopalosiphum padi*). Работа выполнена в 1983-1997 гг. в Пушкинских лабораториях ВИР, на Дагестанской (ДОС ВИР) и Екатеринбургской (ЕОС ВИР) опытных станциях, в Узбекском НИИ растениеводства (Уз.ИР) и Узбекском НИИ зерна (Уз.НИИ зерна).

На естественном и провокационном фонах заселения в поле злаковыми тлями изучена устойчивость 2616 образцов мягкой (*T.aestivum*) и 1911 образцов твердой (*T.durum*) пшеницы. В набор вошли местные стародавние и районированные в странах бывшего СССР сорта; образцы, выделившиеся по ряду хозяйственно ценных признаков; известные по литературным данным как устойчивые к тлям, а также отечественные и зарубежные об-

разцы нового поступления в коллекцию. Исследована устойчивость видового разнообразия пшениц, то есть редких видов, которые представляют систему рода *Triticum*, принятую в отделе пшениц ВИР (Дорофеев и др.,1979). Оценена заселенность *S.avenae* 1043 образцов в условиях Дагестана и Узбекистана. На посевах Пушкинских лабораторий ВИР изучена устойчивость к *R.padi* коллекции *T.monococcum* и *T.dicoccum*, а также образцов некоторых других видов пшеницы.

Заселенность образцов тлями в полевых условиях оценивали в период от цветения до молочно-восковой спелости (ДОС ВИР, ЕОС ВИР, Уз.ИР) и в фазу выколашивания (ЕОС ВИР) с помощью балловых шкал (Гендрик, Шапири,1978). Оценку устойчивости коллекционных образцов проводили при заселенности тлями растений стандартных сортов не менее чем на 3 балла. Степень заселенности определяли по максимальному баллу, присваиваемому данному образцу.

Исследования на фитоучастке Уз.НИИ зерна и часть опытов на ДОС ВИР проводили с использованием провокационных фонов. Для накопления и повышения численности насекомых применяли широко-рядный поздний посев опытных сортов вблизи от зимних резерваций вредителей при сниженной норме высева семян. По периферии участка высевали неустойчивые сорта - Кызыл-Шарк (УзНИИ зерна) и Klein Acero (ДОС ВИР). С целью про-

верки выравненности фона через 10 образцов в опыте помещали стандарт (сорт яровой мягкой пшеницы Ленинградка).

В лабораторных условиях исследовали типы (механизмы) устойчивости (Пайнтер, 1953) пшеницы к тлям - антиксеноз (отвергание растений при возможности выбора насекомым) и антибиоз (неблагоприятное воздействие растения на насекомое при питании). Эксперименты проводили в световом зале при 16-часовом фотопериоде и температуре 20-22°C, которые поддерживались автоматически. При изучении устойчивости пшеницы к обыкновенной черемуховой тле использовали клоны, выделенные из узбекской (Уз.НИИ зерна) и северо-западной (Пушкинские лаборатории ВИР) популяций насекомого. Кроме того, оценивали антибиоз пшеницы к клонам обыкновенной злаковой тли (*Schizaphis graminum*), выделенным из Краснодарской (Кубанская опытная станция ВИР) популяции.

Известно, что условия среды (температура, влажность воздуха, уровень минерального питания, почвенная инфекция и т.п.) могут влиять на степень повреждения растений насекомыми (Насеман, 1946; Painter, 1954). Поэтому в лабораторных экспериментах использовали методы разведения тлей и оценки устойчивости растений, предусматривающие выращивание всходов на вате (Радченко, 1991). Для получения клонов тлей на смоченную водой вату, помещенную в половинки чашек Петри, раскладывали по несколько проросших здоровых семян пшеницы сорта Ленинградка, примерно через 3-5 дней на всходы в каждой чашке Петри подсаживали одну самку, а затем изолировали с помощью стекол от фонарей "летучая мышь", верхнюю часть которых затягивали мельничным газом. Дальнейшее поддержание клонов проводили стряхиванием тлей в аналогичные садки.

При изучении антиксеноза растений в половинки чашек Петри на влажную вату в круговом порядке раскладывали по одному проросшему зерну изучаемых сортов и контроля (сорт Ленинградка). Чашки закрывали фонарными стеклами

и в фазу появления второго листа всходы заселяли молодыми одновозрастными самками одного клона, размноженного на пшенице сорта Ленинградка, из расчета 5 тлей на 1 растение. Садки оставляли при рассеянном освещении на 24 ч, после чего подсчитывали имаго на растениях. В каждом варианте опыта было 15-25 повторностей. Для оценки антибиоза на смоченную водой вату раскладывали по одному проросшему здоровому зерну оцениваемого образца пшеницы. Через 5-7 дней всходы заселяли двумя бескрылыми самками и изолировали фонарными стеклами. На следующий день имаго и личинок (кроме одной) удаляли. Для установления начала репродуктивного периода у тлей два раза в день просматривали садки, затем на 5-й день репродуктивного периода определяли плодовитость самок. В каждом варианте опыта - 15 повторностей.

В условиях севера Центральной Черноземной зоны России (ЕОС ВИР) выделено 23 образца яровой мягкой пшеницы, слабо заселяемых *R.padi*, 6 - *S.avenae* и 7 образцов с групповой устойчивостью к данным видам. Заселенность этих сортов вредителями в течение двух-трех лет изучения составляла 1-2 балла при заселении стандартов 3-5 баллов.

Оценка антибиоза ряда слабо заселявшихся обыкновенной черемуховой тлей образцов к клоны, выделенному из северо-западной популяции насекомого, показала, что наиболее высокой устойчивостью обладает сорт Дельфи 400. Все образцы, слабо заселявшиеся *R.padi* на ЕОС ВИР, были изучены также по антибиозу к клонам тли, выделенным из узбекской (Уз.НИИ зерна) популяции. В таблице 1 представлены сорта пшеницы, проявившие устойчивость к вредителю в двух независимых опытах. Все образцы обладают достаточно высоким антибиозом, однако статистически достоверное различие по сравнению с устойчивым контролем не выявлено только для сорта ELS.

Слабая заселенность остальных сортов вредителем в полевых условиях обусловлена или "уходом" данных форм от заселения тлей, или генами устойчиво-

Таблица 1. Антибиотическая устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы к обыкновенной черемуховой тле

№ каталога ВИР	Сорта	Число тлей на 5-й день репродуктивного периода	Значения t для отличия от	
			контроля	стандарта
52763	Эритроспермум 39-5	17.8 ± 0.6	3.18**	5.64**
48981	Грекум 105	19.4 ± 0.8	4.30**	2.98**
43578	ELS	16.0 ± 0.7	0.98	8.38**
46604	Sv.01290b ₁	17.1 ± 0.4	2.78**	7.97**
49386	Izobamba	19.6 ± 0.8	4.50**	2.76*
13255	Clarendon Early	17.6 ± 0.8	2.50**	4.89**
54046	Дельфи 400 (устойчивый контроль)	15.1 ± 0.6	-	9.10**
47115	Siete Cerros 66 (стандарт)	22.2 ± 0.5	9.10**	-

сти, действующими на более поздних этапах органогенеза растений. Возможно также, что популяции *R.padi* в центральном районе Черноземной зоны и Узбекистане различаются по признаку вирулентности, то есть по способности преодолевать устойчивость растения-хозяина.

Кроме антибиоза, оценили также антиксеноз сорта Дельфи 400 и образцов различных видов пшеницы, контрастных по степени заселенности тлей в условиях ДОС и ЕОС ВИР. Результаты опытов (табл.2) показывают, что образцы, обладающие высоким антибиозом (Дельфи 400, *T.monococcum*, *T.kiharae*), характеризуются и высоким антиксенозом.

Исследование генетики устойчивости сорта Дельфи 400 позволило выявить, что антибиоз к обыкновенной черемуховой тле наследуется дискретно и может изучаться методами гибридологического анализа. По-видимому, устойчивость контролируется двумя генами - доминантным и рецессивным (Радченко,Одинцова,1990). Оценка заселенности этого образца вредителем в различных эколого-географических зонах показала высокую эффективность выявленных генов устойчивости против европейских и азиатских популяций тли. Однако устойчивость к вредителю все же специфична: сорт Дельфи 400 обладал антибиозом не ко всем клонам тли, выделенным из дагестанской популяции (Радченко,1993).

В условиях Узбекистана в течение ряда лет слабо заселялись большей злаковой тлей 10 образцов озимой мягкой пшеницы: к-54120 (Украина), к-56380, к-

56915, к-57250 (Чехия), к-51560 (Югославия), к-45140, к-57341, к-57344, к-57395, к-57404 (Япония). Практически все эти сорта являются скороспелыми. Очевидно, данное свойство, по крайней мере отчасти, может обуславливать устойчивость образцов к вредителю. Еще один скороспелый сорт яровой мягкой пшеницы Asakaze Komugi (к-59945, Япония) слабо заселялся в 1988 г. на ДОС ВИР и в 1989-1990 гг. - в условиях УзНИИР.

Таблица 2. Устойчивость различных видов пшеницы к обыкновенной черемуховой тле

№ каталога ВИР	Вид, сорт	Антиксеноз*	Антибиоз**
	<i>T.aestivum</i>		
47882	Ленинградка	5.2	23.0
54046	Дельфи 400	2.2	16.5
	<i>T.durum</i>		
41604	Харьковская 46	7.6	23.3
29720	<i>T.turgidum</i>	4.5	25.1
14067	<i>T.dicoccum</i>	4.0	25.7
1728	<i>T.spelta</i>	6.7	23.1
20634	<i>T.monococcum</i>	2.2	11.4
29561	<i>T.timopheevii</i>	5.4	22.3
47897	<i>T.kiharae</i>	3.0	16.9
	HCP _{0.05}	1.7	1.6
	HCP _{0.01}	2.1	2.1

*Число тлей на 1 растение. **Число тлей на 5-й день репродуктивного периода.

Об устойчивости сорта Проминь (к-54120) на Украине сообщали ранее Л.И.Омельченко, М.П.Николенко (1980). В наших опытах с использованием провокационного фона заселенность колосьев этого образца не превышала двух баллов. В условиях массового размножения вре-

дителя часть растений была заселена несколько сильнее. Необходимо отметить, что данный сорт на искусственном инфекционном фоне в Уз.НИИ зерна проявил также групповую устойчивость к трем видам ржавчины.

Исследование устойчивости коллекции *T.durum* в различных эколого-географических зонах России и в Узбекистане показало, что генофонд данного вида чрезвычайно беден устойчивыми формами. В условиях Дагестана и Центральной Черноземной зоны России не выявлено ни одного источника устойчивости к вредителям. В Уз.НИИ зерна выделено 2 образца озимой твердой пшеницы (к-57092, Украина; к-46906, Азербайджан) и 4 - яровой (к-35902, Азербайджан; к-46195, Италия; к-15057, Израиль; к-17122, Сирия), заселенность которых составляла 1-2 балла при заселении стандартов 4-5 баллов.

В связи с относительной бедностью генофонда *T.aestivum* и *T.durum* устойчивыми формами возникает необходимость изучения дикорастущих видов пшеницы, пригодных для интрогрессивной селекции. Существенное достоинство интрогрессии генов устойчивости - уверенность, что источник данного гена еще не использовался в селекции.

Результаты исследований показывают, что генофонд *p.Triticum* весьма разнообразен по устойчивости к большой злаковой тле. Суммировать эти данные можно следующим образом.

Подрод *Triticum*. Секция *Urartu* Dorof.

et A.Filat. (геном A^u) характеризуется наличием высокоустойчивых форм: максимальная заселенность колосьев *T.urartu* составила 2 балла.

Секция *Dicoccoides* Flaksb. (геном A^uB) представлена преимущественно неустойчивыми видами пшеницы. Образцы *T.dicoccoides* относительно слабо заселяются тлей, однако вариабельность признака широка: от 1 до 5 баллов (табл.3). Заселенность колосьев образцов, относящихся к *T.dicocsum*, также варьировала в широких пределах. Европейские (subsp. *dicocsum*) и марокканские полбы (subsp. *maroccanum*) неустойчивы к тле. Среди восточных (subsp. *asiaticum*) и эфиопских (subsp. *abyssinicum*) полб есть относительно слабо заселяемые образцы: к-13635, к-13483, к-43872 (Армения), к-6391 (Азербайджан), к-14380 (Турция), к-19622 (Эфиопия) и др. Заселенность колосьев *T.karamyschevii* в Узбекистане составляла 4-5 баллов, в Дагестане - 2 балла. Голозерные тетраплоиды менее устойчивы к вредителю по сравнению с пленчатыми видами. Особенно сильно заселяются образцы, относящиеся к видам *T.turgidum*, *T.jakubzineri*, *T.turanicum*, *T.polonicum*. Исфаханская полба в Дагестане заселялась большой злаковой тлей незначительно (2-3 балла), в условиях Узбекистана *T.ispahanicum* был неустойчив. *T.aethiopicum* неустойчив к *S.avenae*, причем заселенность колосьев, составлявшая преимущественно 3-4 балла, не зависела от общей численности тли на

Таблица 3. Характеристика редких видов пшеницы по устойчивости к большой злаковой тле (ДОС ВИР, 1983-1990)

Подрод	Секция	Геном	Оценено образцов	Распределение образцов по баллам заселенности, %					
				0	1	2	3	4	5
Triticum	Urartu	A ^u	10	-	90.0	10.0	-	-	-
	Dicoccoides	A ^u B	555	-	3.4	15.3	51.2	25.0	5.1
	Triticum	A ^u BD	185	-	1.1	21.1	56.8	14.6	6.4
Boeoticum	Monococsum	A ^b	98	15.3	71.4	7.2	5.1	1.0	-
	Timopheevii	A ^b G	44	4.3	20.5	36.4	34.1	4.5	-
	То же	A ^b A ^b G	1	-	-	-	-	100	-
	То же	A ^b A ^b GG	1	-	-	-	100	-	-
	То же	A ^u A ^b BG	3	-	-	66.7	-	33.3	-
	Kiharae	A ^b GD	2	-	100	-	-	-	-
-----			899	2.8	14.0	23.2	37.2	17.4	5.4

коллекционных посевах. *T.persicum* близок по устойчивости к эфиопской пшенице. Можно отметить лишь один образец - к-6428 (Грузия), относительно слабо заселяющийся в двух пунктах изучения.

Виды секции *Triticum* (геном A^uBD), представленные формами спельты и голозерными гексаплоидами, в целом также неустойчивы к *S.avenae*. Образцы *T.macha* и *T.spelta* в наших опытах преимущественно сильно заселялись тлей во всех зонах изучения. Заселенность *T.vavilovii* варьировала от 2 баллов (ДОС ВИР) до 5 (Уз.ИР). Вероятно, за счет очень грубого колоса данный вид обладает некоторой устойчивостью, которая преодолевается в условиях массового размножения насекомого. *T.compactum* также относительно неустойчив к вредителю, особенно сильно заселялись растения в Уз.ИР. Можно выделить образец к-52640 (Узбекистан), проявивший устойчивость (балл заселения 2) в УзНИИ зерна и на ДОС ВИР. Заселенность образцов *T.sphaerococcum* в наших опытах была на среднем уровне (преимущественно 3 балла). Следует отметить образцы к-5499 (Индия) и к-46453 (Пакистан), относительно устойчивые в Узбекистане и Дагестане. *T.petropavlovskiyi* в условиях ограниченной численности тли обладает устойчивостью к вредителю, которая не проявляется при массовом размножении. Так, в УзНИИ зерна заселенность колосьев в разные годы варьировала от 2 до 5 баллов.

Подрод *Boeoticum* Migusch. et Dorof.

Виды пшеницы секции *Monococcum* Dum. (геном A^b) наиболее устойчивы к большой злаковой тле. Заселенность колосьев *T.boeoticum* в большинстве случаев не превышает 1 балла. На образце к-28239 (Нахичевань) в течение ряда лет вредитель не был обнаружен в двух зонах изучения. *T.monococcum* в целом также устойчив к *S.avenae*. В условиях Дагестана отмечено значительное варьирование признака (табл.3). Наиболее сильно заселялись образцы, относящиеся к горной западноевропейской и средиземноморской экологическим группам: к-40063,

к-41931, к-46746 (Германия), к-20498 и к-21038 (Италия). Голозерный диплоид - *T.sinskajae*, возникший в результате спонтанной мутации у растений *T.monococcum* (к-20970) из Турции, менее устойчив к вредителю. Так, заселенность образца к-20970 в условиях УзНИИ зерна и ДОС ВИР составила 1 балл, а *T.sinskajae* соответственно 2 и 3.

Секция *Timopheevii* A.Filat. et Dorof. (геномы A^bG, A^bA^bG, A^bA^bGG, A^uA^bBG) представлена видами пшеницы, которые заселяются тлей преимущественно в слабой и средней степени. Для *T.araraticum*, особенно в условиях Дагестана, характерно значительное варьирование степени заселенности колосьев тлей. Устойчивость к вредителю образцов предполагаемого донора генома G - *Aegilops speltoides* также существенно варьировала (2-4 балла). Курдистанский подвид араратской полбы (subsp. *kurdistanicum*) более устойчив по сравнению с араратским подвидом (subsp. *araraticum*). В УзНИИ зерна даже на жестком инвазионном фоне *T.araraticum* был относительно устойчив к вредителю.

Слабо заселяется большой злаковой тлей *T.timopheevii*, но в годы массового размножения численность насекомых на образцах данного вида значительно увеличивалась. Можно предположить, что устойчивость пшеницы Тимофеева утрачивается за счет наличия в природных популяциях тлей вирулентных к *T.timopheevii* клонов и их накопления в течение сезона. Об этом свидетельствуют и литературные данные. Так, американскими исследователями выявлен биотип KS-5 кукурузной тли (*Rhopalosiphum maidis* Fitch.), сильно повреждающий устойчивую ранее пшеницу Тимофеева (Wilde, Feese, 1973). Противоречивость сведений об устойчивости *T.timopheevii* к ячменной (*Diuraphis noxia* (Mordvilko)) и большой злаковой тлям (Жарькова, 1954; Чесноков, 1956; Шура-Бура, 1974; Дворянкина, Дворянкин, 1983) также свидетельствует о нестабильности устойчивости видов секции *Timopheevii*. В наших опытах обыкновенной черемуховой тлей сла-

бо заселялись образцы мягкой пшеницы ИТ-1, ИТ-2 и ИТ-15, полученные с участием *T.timopheevii*, однако линия ИТ-1 не проявила антибиоза к вредителю.

Голозерный тетраплоид *T.militinae*, возникший в результате спонтанной мутации у *T.timopheevii*, заселялся тлей в средней степени. *T.zhukovskyi* в условиях Узбекистана слабо заселялся вредителем (до 2 баллов), в Дагестане - это один из самых неустойчивых видов пшеницы, что мы связываем с дифференциальным взаимодействием продуцента и консумента (Радченко, 1987). *T.flaksbergeri* - аллооктоплоидный вид, полученный в результате гибридизации *T.militinae* и *T.persicum*, а также автооктоплоид пшеницы Тимофеева - *T.timonovum* заселялись вредителем в средней степени. Аллооктоплоидный вид *T.fungicidum*, полученный экспериментально от скрещивания *T.timopheevii* с *T.persicum*, относительно неустойчив к *S.avenae*.

В секцию *Kiharae* Dorof. et Migusch. (геном A^bGD) входят два устойчивых к большой злаковой тле гексаплоидных вида пшеницы. *T.kiharae* создан при скрещивании *T.timopheevii* с *Ae.tauschii*, а *T.miguschovae* получен при спонтанной мутации у амфидиплоида *T.militinae* × *Ae.tauschii*. Очевидно, устойчивость обеспечивается за счет генома D от *Ae.tauschii*. Заселенность образцов данного эгилопса в Дербенте не превышала 2 баллов.

Таким образом, анализ полиплоидного ряда пшеницы показал, что виды значительно различаются по частоте встречаемости форм, устойчивых к большой злаковой тле. Определилась связь между устойчивостью и геномным составом пшеницы. Наиболее устойчивы к *S.avenae* диплоидные виды с геномами A^u (*T.urartu*) и A^b (*T.boeoticum*, *T.monococcum*). Виды, относящиеся к секции *Timopheevii*, обладают определенной степенью устойчивости, которая преодолевается тлей. Геном D от *Ae.tauschii* обеспечивает высокую устойчивость к большой злаковой тле видов *T.kiharae* и *T.miguschovae*.

Вспышка массового размножения обыкновенной черемуховой тли на полях Пушкинских лабораторий ВИР в 1990 г. позволила оценить заселенность вредителем *T.monococcum* (93 образца) и *T.dicoccum* (470 образцов), то есть большую часть коллекции этих видов пшеницы. Преобладающий балл заселения растений *T.monococcum* - 3, *T.dicoccum* - 4, что свидетельствует о чрезвычайной жесткости инвазионного фона. В меньшей степени (балл 2) заселялись 16 образцов *T.monococcum*, в т.ч. и к-20634, устойчивость которого, обусловленная антибиозом и антиксенозом к *R.padi*, обсуждалась ранее (табл.2). Среди образцов *T.dicoccum* не обнаружены генотипы, характеризующиеся баллом заселения 2, в несколько меньшей степени (балл 3) заселялись 18 образцов (преимущественно из Армении). Формы, устойчивые к *S.avenae* в Узбекистане и (или) Дагестане, обычно сильно заселялись *R.padi*, то есть устойчивость к этим вредителям контролируется разными генетическими системами.

В лабораторных условиях оценивали антибиотическую устойчивость *T.monococcum* к обыкновенной злаковой тле. Среди изученных 88 образцов культурной однозернянки достаточно высокий уровень антибиоза выявлен у 69 генотипов. Статистически не отличались от неустойчивого контроля (сорт озимой мягкой пшеницы из США TAM-105) преимущественно образцы из Закавказья и Германии.

Наши исследования подтверждают вывод Н.И.Вавилова о том, что "групповой, или комплексный, иммунитет является вполне реальным фактом, широко распространенным в природе" (Вавилов, 1986). Так, выявлены образцы *T.monococcum*, сочетающие устойчивость к трем видам тлей (табл.4).

Литературные сведения также свидетельствуют, что *T.monococcum* обладает комплексной устойчивостью к ряду вредителей и болезней: злаковым тлям, пшеничному трипсу, вредной черепашке, злаковым мухам, пилильщикам, пьявице,

Таблица 4. Образцы *T. monosocum* с групповой устойчивостью к злаковым тлям

№ ката- лога ВИР	Проис- хож- дение	Заселенность в поле, балл			Плодovitость <i>S. graminum</i>
		S.avenae		R.padi	
		Узбе- кистан	Даре- стан	СПб	
6411	Грузия	1	1	2	0.6*
46753	Швеция	1	1	2	0.6
38079	Болгария	1	1	2	0.5
38080	То же	1	0	2	0.6
20634	Испания	1	1	2	0.6

*Относительные показатели *T. monosocum* среднее для сорта Ленинградка

Литература

Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекционным заболеваниям. М., Наука, 1986, 520 с.

Гендрик Ю.Н., Шапиро И.Д. Злаковые тли. /Методические рекомендации по оценке устойчивости с.-х. культур к вредителям. Л., 1978, с.33-58.

Дворянкина В.А., Дворянкин Е.А. Об устойчивости пшеницы к большой злаковой тле. /Селекция и семеноводство, 2, 1983, с.21-22.

Дорофеев В.Ф., Филатенко А.А., Мигушова Э.Ф., Удачин Р.А., Якубцинер М.М. Пшеница. (Культурная флора СССР, т.1). Л., Колос, 1979, 348 с.

Михайлова Н.А., Шуровенков Ю.Б. Эволюция взаимоотношений растений и насекомых и устойчивость пшеницы. /Сельскохозяйственная биология, 13, 3, 1978, с.442-451.

Омельченко Л.И., Николенко М.П. Об устойчивости зерновых культур к злаковым тлям. /Исследования по энтомологии и акарологии на Украине. Тезисы докладов II съезда УЭО. Киев, 1980, с.151-153.

Пайнгер Р. Устойчивость растений к насекомым. М., 1953, 442 с.

Радченко Е.Е. Изучение устойчивости зерновых культур к тлям (Методические указания). СПб., 1991, 50 с.

Радченко Е.Е. Внутривидовая изменчивость обыкновенной черемуховой тли. /Генетика устойчивости растений к болезням и вредителям. Сб. научн. трудов по прикл. бот., ген. и сел., 147, 1993, с.49-53.

Радченко Е.Е. Внутривидовая дифференциация

мучнистой росе, головневым грибам, ржавчинам и др. (Вавилов, 1986; Чесноков, 1956; Михайлова, Шуровенков, 1978). По образному выражению Н.И. Вавилова, однозернянки являются "аккумуляторами комплексного иммунитета". Очевидно, интродукционная селекция должна стать наиболее эффективным способом создания высокоустойчивых к вредителям и болезням форм пшеницы.

Работа частично выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (99-04-48053).

большой злаковой тли в связи с селекцией на устойчивость к вредителю. /Проблемы использования генофонда в селекции растений на иммунитет к болезням и вредителям. Сб. научн. трудов по прикл. бот., ген. и сел., 110, 1987, с.76-81.

Радченко Е.Е., Одинцова И.Г. Наследование устойчивости к обыкновенной черемуховой тле сорта яровой мягкой пшеницы Дельфи 400 (предварительное сообщение). /Генофонд и селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям. Сб. научн. трудов по прикл. бот., ген. и сел., 132, 1990, с.103-105.

Харькова А.П. Устойчивость коллекции яровой пшеницы к вредителям и болезням при возделывании в условиях орошаемого Заволжья. Автореф. канд. дисс., Л., ВИР, 1954, 17 с.

Чесноков П.Г. Устойчивость зерновых культур к насекомым. М., 1956, 307 с.

Шура-Бура Г.Б. Избирательность большой злаковой тли при заселении посевов яровых пшениц. /Материалы 7 съезда ВЭО, ч.2. Сельскохозяйственная энтомология. Лесная энтомология. Л., 1974, с.181.

Haseman L. Influence of soil minerals on insects. /J. Econ. Entomol., 39, 1, 1946, p.8-11.

Painter R.H. Some ecological aspects of the resistance of crop plants to insects. /Econ. Entomol., 47, 6, 1954, p.1036-1040.

Wilde G., Feese H. A new corn leaf aphid biotype and its effect on some cereal and small grains. /J. Econ. Entomol., 66, 2, 1973, p.570-571.

INHERITABLE DIVERSITY OF WHEAT FOR RESISTANCE TO CEREAL APHIDS

E.E.Radchenko

In various geographical regions, 4527 samples of soft and durum wheats were investigated for resistance to bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) and English grain aphid (*Sitobion avenae* F.); 48 low infested forms were selected. The differential interaction of the pests with wheat genotypes was observed. Samples of spring soft wheat with an antibiosis to bird cherry-oat aphid are recommended in breeding for resistance to the pest. It was shown that antibiosis is inherited discretely and can be studied with methods of hybridological analysis. Influence of wheat genome structure to the resistance was determined. The most resistant species are diploid ones with genomes A^u (*Triticum urartu*) and A^b (*T.boeoticum*, *T.monococcum*). Genome D can control high level of resistance in wheat species *T.kiharae* and *T.miguschovae*. Resistance of species with genome G is overcome by the pests.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОСЕВОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ БОЛЕЗНЕЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

А.К.Чайка*, Н.М.Мыльников**

*Дальневосточный научно-методический Центр

**Дальневосточный НИИ защиты растений

Муссонный климат Приморского края благоприятствует развитию грибных и других болезней сельскохозяйственных культур в период их вегетации. Для повышения генетической устойчивости растений проводится значительная селекционная работа по зерновым культурам, кукурузе, сое, картофелю. В целях повышения комплексной устойчивости применяются химические средства. Сообщается о препаратах, используемых в целях защиты основных сельскохозяйственных культур в крае.

Погодно-климатические условия Приморского края в период роста и созревания сельскохозяйственных культур изменяются от относительно холодных и засушливых в весенне-раннелетний период до жарких с избыточным увлажнением во второй половине лета и начале осени. Цветение и созревание полевых культур происходит обычно на фоне обильных дождей, высокой температуры воздуха и его относительной влажности, близкой к 100%. Утренние туманы способствуют длительному сохранению капельножидкой влаги на поверхности растений (Справочник, 1966, 1968). Такие условия благоприятны для развития грибных болезней. И отчеты наших НИУ и региональных СТАЗР показывают, что практически ежегодно отмечается поражение ячменя сетчатым и темно-бурым гельминтоспориозом, пшеницы - бурой ржавчиной, септориозами и фузариозом колоса, сои - комплексом пятнистостей листьев и стеблей, картофеля и томатов - альтернариозом и фитофторозом. Многие полевые культуры страдают от корневых гнилей; широк список заболеваний овощных и садовых культур.

Развитие болезней приводит к снижению урожая сельскохозяйственных культур, ухудшению качества или порче получаемой продукции. Поэтому проблема комплексной устойчивости сельскохозяйственных растений к заболеваниям и условиям окружающей среды для юга Дальнего Востока, где сосредоточено растениеводство региона, является актуаль-

ной. Культуры, выращиваемые здесь, должны обладать устойчивостью, во-первых, к широкой изменчивости климатических условий, принимающих в отдельные годы стрессовые значения для растений; во-вторых, к широкому спектру почвенных условий, изменяющихся от горно-лесных до степных на сравнительно небольшом в географическом плане отрезке территории; в-третьих, к многообразию возбудителей болезней.

Устойчивость, не выделяя конкретного механизма ее происхождения, можно рассматривать в широком смысле слова как способность посевов, посадок противостоять неблагоприятным факторам и болезням.

В частности, устойчивость к заболеваниям может быть вызвана механизмами, определяемыми генетическими свойствами возделываемых сортов, условиями выращивания культуры, которые создаются с помощью агротехнических мероприятий, воздействиями на посевы и посадки средств защиты растений, способными регулировать численность вредных видов и тем самым влиять на устойчивость к ним возделываемых растений.

Все указанные механизмы устойчивости посевов, используемые в хозяйственной практике, могут быть количественно или качественно определены и связаны между собой.

Мы уделяем значительное внимание повышению генетической устойчивости культурных растений, применяя современные методы селекционной работы.

Наиболее глубоко исследования в данном направлении ведутся в Приморском НИИСХ по зерновым культурам, кукурузе, сое, картофелю. Работа осуществляется с использованием искусственных инфекционных фонов при заражении селекционных образцов наиболее вредоносными патогенами. Так, в селекции яровой пшеницы поставлена задача вывести не только высокоурожайные, с хорошими мукомольными качествами сорта, но и устойчивые к таким вредоносным заболеваниям, как фузариоз колоса, пыльная и твердая головня, бурая листовая и стеблевая ржавчина, септориоз листьев, мучнистая роса.

Установлено, что от поражения листовыми пятнистостями, разными видами ржавчины и корневыми гнилями урожайность пшеницы снижается до 15%. Головневые грибы причиняют ущерб урожаю в размере 30%. В благоприятные годы для развития фузариоза колоса поражение зерна составляет 30-40%. Накапливаемые в нем микотоксины делают зерно непригодным для использования в пищу человеку или на корм животным. В результате длительной селекционной работы в Приморском НИИСХ выведен ряд сортов с повышенной устойчивостью к грибным заболеваниям. Так, сорт яровой пшеницы Приморская 39 в полевых условиях не поражается стеблевой ржавчиной и пыльной головней. Слабо восприимчива к бурой листовой ржавчине. Сорт умеренно устойчив к фузариозу колоса. Пшеница Приморская 21 толерантна к ржавчинным болезням. Новый сорт пшеницы Приморская 78 слабо восприимчив к фузариозу колоса и бурой листовой ржавчине.

Ряд вредоносных заболеваний отмечен на кукурузе, выращиваемой на зерно. Наиболее часто встречаемые - северный гельминтоспориоз, склероспориоз, пузырчатая и пыльная головня, бурая ржавчина. Выявлена высокая степень поражаемости - 32-98% всех сортов и гибридов этой культуры. Остальные заболевания встречаются в меньшей степени. В процессе селекционной работы получены высокопродуктивные гибриды

и гибридные популяции кукурузы, среди которых значительная часть относится к устойчивым и среднеустойчивым. Так, синтетические популяции ПКС-28, ПКС-44 и ПКС-54 при общей высокой урожайности лишь незначительно поражаются пыльной и пузырчатой головней. Однако, эта проблема еще далеко не решена.

С соей ведется целенаправленная селекционная работа с учетом признака устойчивости к болезням.

Наиболее распространенные и вредоносные заболевания сои в условиях муссонного климата Приморского края - септориоз, церкоспороз, ложная мучнистая роса (пероноспороз), корневые гнили, вирусные заболевания и бактериозы. Все они вызывают снижение урожая на 10-40%.

Септориоз - одно из самых распространенных заболеваний сои во всех зонах возделывания. Вредоносность его проявляется в преждевременном пожелтении и опадании пораженных листьев, снижении урожайности на 12-34% (Болезни, 1971). На Дальнем Востоке практически ежегодно возникают эпифитотии септориоза.

Церкоспороз является также широко известным заболеванием растений сои, листья которого покрывают 60-100% поверхности пораженных органов.

В некоторые годы посевы сои сильно поражаются корневыми гнилями - до 40% растений.

Другие болезни растений и семян сои не менее вредоносны. Поэтому в селекционной работе с данной культурой имунитету придается особое значение.

С использованием устойчивых к септориозу европейских и американских сортов сои выведен толерантный в местных условиях сорт Приморская 69, а также с комплексной устойчивостью к поражению церкоспорозом, корневыми гнилями и пероноспорозом - раннеспелый сорт Приморская 13. В последние годы в селекции этой культуры получен ряд гибридных комбинаций, из которых проводятся отборы устойчивых к грибным болезням форм: (Харосой × Т-Во-

Fum) × Приморская 494, Юбилейная × Комсомолка, Ходсон × Комсомолка, Венера × Комсомолка, Приморская 982 × Комсомолка.

Высокие требования предъявляются к сортам картофеля. Наряду с высокой урожайностью и хорошими товарными качествами клубней они должны обладать устойчивостью к раку, фитофторозу, макроспорозу, вирусным болезням. Установлено, что интродуцированные в Приморский край отечественные и зарубежные сорта картофеля, как правило, сильно вырождаются и резко снижают урожай после 2-3-летнего выращивания, что обусловлено размножением и распространением насекомых - переносчиков вирусов. Только некоторые сорта, выращиваемые на естественном инфекционном фоне, способны сохранять продуктивность и другие качественные признаки в течение 6-10 лет. К ним можно отнести сорта, обладающие полевой устойчивостью к скручиванию листьев - Grata, Karina, Scala; морщинистой и полсчатой мозаикам - Garla, Lotos, Sarca. Не имели признаков вирусной инфекции во все годы исследований сорта Arnica, Planta, Orlik.

В последнее десятилетие в Приморском НИИСХ совместно с другими учреждениями (ВИР, Дальневосточная опытная станция ВИР) выведен среднепоздний сорт картофеля Филатовский. Он обладает высокой полевой устойчивостью к вирусным заболеваниям и фитофторозу и широко используется в селекционной работе. От скрещивания этого сорта с сортами Приекульский ранний и Резерв получен гибрид, обладающий высокой продуктивностью (около 400 ц/га), хорошим вкусом и полевой устойчивостью к вирусным болезням. Гибриды от скрещивания сортов Филатовский × Aquila по сравнению с другими образцами выделяются по устойчивости к вирусным заболеваниям.

Как источник устойчивости к вирусным болезням в селекционной работе используется высокоурожайный сорт местной селекции Долинный. В комбинациях

Specula × Долинный, Palma × Долинный выделено большое количество гибридов, обладающих высокой продуктивностью и слабо поражаемых вирусами.

Несмотря на некоторые достижения селекции не всегда удается совместить в одном сорте все желаемые качества и высокоурожайный сорт, обладающий хозяйственно ценными качествами, в той или иной степени поражается возбудителями болезней. Поэтому химическая защита посевов была и остается одним из важных технологических приемов, позволяющих ограничить развитие болезней и сохранить выращенный урожай.

Так, ежегодно около 40% семян зерновых культур в крае подвергается предпосевному протравливанию. В минувшем году для данной цели было использовано 30.6 т протравителей. Обработано 18.5 тыс. тонн семян. В этом качестве использовались фенорам, ТМТД, раксил и ряд других препаратов. Предпосевная обработка семян - один из наиболее действенных приемов, позволяющий защитить растение на ювенильных стадиях развития от семенной и почвенной инфекции, а позже - и от головневых грибов.

В результате обработки семян ячменя на 5-10% повышается их лабораторная и на 7-10% полевая всхожесть. В 2.5-10 раз уменьшается заспоренность посевной материала возбудителями болезней. Эффект от протравливания сохраняется длительное время. Например, устойчивость к корневым гнилям - до фазы выхода в трубку. Относительную устойчивость приобретает надземная часть растений. Листовая поверхность ячменя значительно слабее поражается сетчатым гельминтоспориозом, в меньшей степени развивается темно-бурый гельминтоспориоз.

Аналогичные результаты отмечаются при обработке семян пшеницы. В зависимости от препарата, которым проводят обработку семян, их всхожесть повышается на 10-20%, пораженность корневыми гнилями в фазы кущения и выхода в трубку снижается в 2-3 раза. Посевы пшеницы в процессе дальнейшего роста и созревания слабее поражаются бурой

ржавчиной, септориозами и, что особенно важно для Приморья с его теплой и влажной погодой, - в 1.5-2 раза уменьшается развитие фузариоза колоса.

Защиту колосовых культур проводят также с помощью фунгицидов. В 1998 г., например, было обработано 1313 га семенных посевов пшеницы. Наиболее благоприятный момент для опрыскивания - фаза флаг-листа. Использование этого приема позволяет в 1.5-2 раза подавить септориозы листьев и колоса, на 70-80% - бурую ржавчину и на 30-50% снизить поражение пшеницы фузариозом колоса. Прибавка урожая в зависимости от условий года, сорта пшеницы и используемого препарата составляет 25-40%, еще более она весома при защите ячменя. Наиболее эффективен в условиях края фунгицид альто 400 к.с., хорошие результаты получены при использовании рекса.

В настоящее время предпосевная обработка семян сои практикуется относительно редко. Вместе с тем, по данным НИУ региона, использование, например, фентиурама позволяет уменьшить пораженность посевов корневыми гнилями на 20-100%, снизить пораженность комплексом болезней листьев на 30-55% и получить прибавку урожая в размере 12-37%.

Совсем не применяется в регионе опрыскивание посевов сои фунгицидами, хотя на ее листьях и стеблях развивается несколько видов грибов, способных существенно повлиять на урожайность растений.

Так, по данным краевой СТАЗР, более 90% посевов сои в 1998 г. в различной степени были поражены пероноспорозом, аскохитозом, церкоспорозом, септориозом и фузариозом. Полевые опыты показывают, что опрыскивание сои, например, фундазолом снижает интенсивность развития листостебельных инфекций в посевах на 29-60% и увеличивает урожай на 8-20%.

В Приморье проходит северная граница выращивания риса. Наиболее опасным заболеванием его здесь считается пирикулярриоз. Вредоносное развитие болезни наблюдается в отдельные годы на

ограниченных площадях. При этом обычно теряется 5-12% потенциального урожая. В недалеком прошлом борьбе с пирикулярриозом риса хозяйства и научные учреждения края уделяли достаточное внимание. В результате проведенных исследований разработано уравнение регрессии, с помощью которого можно прогнозировать вспышку болезни и ее вероятность, что позволило отказаться от повсеместного профилактического опрыскивания посевов фунгицидами. Наиболее эффективные препараты против пирикулярриоза - фундазол, рицид-П и фудживан. Применение их в случае высокой вероятности перезаражения растений позволяет предотвратить развитие заболевания и избежать связанных с ним потерь урожая.

В Приморье, как уже отмечалось, во второй половине вегетационного сезона устанавливается жаркая влажная погода с обильными утренними росами и туманами. Сочетание таких условий благоприятно для развития фитофтороза картофеля. Ежегодное развитие этого заболевания сопровождается потерей 8-15% урожая, а в отдельные годы, когда фитофтороз приобретает характер эпифитотии, отмечаются потери 40-60%. Сильно страдают от этого заболевания томаты.

Коллективные хозяйства выращивают картофель на площади 3 тыс. га. Около 60% этой площади по сигналам краевой СТАЗР обрабатывают фунгицидами. Ежегодное потребление этих препаратов в крае достигает 9 тонн. Для борьбы с фитофторозом используют акробат МЦ, поликарбагин, препараты, содержащие в своем составе хлорокись меди. Эти фунгициды хорошо сдерживают развитие фитофтороза на ботве, обеспечивая сохранение урожая клубней. Эффективность их в зависимости от ряда условий составляет 50-90%, а прибавка урожая определяется интенсивностью развития болезней. Проведение профилактических обработок одновременно подавляет в посадках картофеля и томатов такое вредоносное заболевание, как альтернариоз.

Посадки фермеров и частные участки,

занятые картофелем, занимают 45-48 тыс. га. Химическими препаратами обрабатывается не более 1% этой площади. Наиболее часто здесь используют медный купорос и бордоскую жидкость.

Хотя химические методы защиты растений и эффективны, а в некоторых случаях им нет альтернативы, они, однако, имеют ряд недостатков, один из которых в современных условиях играет немаловажную роль, ограничивая применение протравителей и фунгицидов: это высокая стоимость импортных системных препаратов.

Привлекательны в этом отношении препараты отечественного производства, вырабатываемые из сырья природного происхождения. Из таковых в крае имеются иммуноцитифит (ИЦФ) и нарцисс. В применяемых дозах - 0,3 г/г и 40 г/т, соответственно, - они не обладают фунгицидной активностью. Действующее вещество этих препаратов повышает иммунитет растений и их устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды, стимулирует рост и развитие растений. Важным свойством их следует считать неспецифичность возникающего иммунитета по отношению к возбудителям болезней. Применение их сопровождается повышением уровня комплексной устойчивости растений к грибным заболеваниям (Кульнев, Соколова, 1997). Обладая относительно невысокой стоимостью, указанные препараты экологически безопасны и не представляют угрозы работающему с ними персоналу.

В 1996-1998 гг. в полевых опытах проверяли эффективность ИЦФ и нарцисса на сое, зерновых (яровые ячмень и пшеница), картофеле и огурцах. Полученные данные показали, что препараты обеспечивали достаточно высокий уровень защиты растений и по биологической и хозяйственной эффективности мало уступали наиболее действенным современным синтетическим фунгицидам и протравителям. Так, при обработке семян перед посевом ИЦФ или нарциссом на 5-12% повышалась лабораторная и полевая всхожесть зерновых, несколько уменьшалась засоренность зерновок патоген-

ной микрофлорой. В результате повышения устойчивости растений к патогенам снижалось поражение посевов пшеницы корневыми гнилями на 27-60%, ячменя - на 45-58%, сои - на 36-74%.

Влияние препаратов на устойчивость растений сохранялось на протяжении всего периода вегетации. На растениях ячменя, выросших из обработанных семян, слабее развивались сетчатый и темно-бурый гельминтоспориозы. Общий индекс пораженности листьев составил 59-62% от контроля. На пшенице развитие септориозов и бурой ржавчины снижалось до 44-78% от контрольного варианта, а фузариоз колоса - до 57%. Пораженность сои комплексом листовых пятнистостей была ниже на 35%.

Обработка клубней картофеля и семян огурцов иммуноцитифитом приводила к снижению пораженности ботвы фитофторозом и альтернариозом на 28%, а листьев огурцов пероноспорозом - на 15%.

В результате повышения устойчивости посевов к болезням увеличивался урожай. На зерновых прибавка урожая за 3 года испытаний составляла от 14 до 30%, на сое - 19-31%. На картофеле и огурцах в однолетнем опыте - 5 и 37%, соответственно.

Как нарцисс, так и иммуноцитифит могут применяться для опрыскивания посевов. Болезни зерновых культур подавляются при этом на 28-46%, фузариоз колоса пшеницы - 30-35%, пятнистости листьев сои - 40-45%. Опрыскивание картофеля и огурцов иммуноцитифитом снижало заболевание этих культур на 28-45 и 15% соответственно. Прибавка урожая в сравнении с контролем на ячмене варьировала от 22 до 31%, на пшенице - от 15 до 32%, на сое она была 13-21%, на картофеле - 12, на огурцах - 40%. Полученное с обработанных посевов зерно было более крупным и имело большую плотность.

В Приморском крае иммуноцитифит и нарцисс уже применяются на небольших площадях сельскохозяйственных культур. В 1998 г. семенами, обработанными иммуноцитифитом, было засеяно 8280 га

зерновых культур, 800 га сои, 240 га риса, семенами, обработанными нарциссом, - 6130 га зерновых, 5256 га сои и 240 га риса.

Таким образом, в распоряжении земледельцев имеется достаточно широкий набор приемов, с помощью которых можно воздействовать на устойчивость посевов культурных растений. Использование их позволяет корректировать уровень генетической устойчивости посевов, а в некоторых случаях выращивать ино-

районные сорта, обладающие хорошими хозяйственными показателям, но поражаемые местными популяциями возбудителей болезней. Целенаправленное использование в практике всего спектра способов повышения комплексной устойчивости растений к неблагоприятным факторам позволяет передовым хозяйствам получать неизменно высокие производственные и экономические показатели.

Литература

Болезни и вредители сои на юге Дальнего Востока и меры борьбы с ними. Владивосток, 1971, 181 с.

Кульнев АИ., Соколова Е.А. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций роста и развития растений. Пушино, 1997.

Справочник по климату СССР. Вып. 26:

Приморский край, ч. II: Температура воздуха и почвы. Л., Гидрометеиздат, 1966, 220 с.

Справочник по климату СССР. Вып. 26: Приморский край, ч. IV: Влажность воздуха. Атмосферные осадки. Снежный покров. Л., Гидрометеиздат, 1968, 239 с.

METHODS OF DEVELOPING THE COMPLEX RESISTANCE IN AGRICULTURAL CROPS TO PATHOGENS IN THE PRIMORIE PROVINCE

A.K.Tshaika, N.M.Mylnikov

Monsoon climate of the Primorie Province is favourable for fungal and other diseases of agricultural plants. To develop their genetic resistance an extensive breeding of cereals, corn, soybean, and potato is carried out in the Province. In the article, the most promising cultivars of the above crops are listed. Chemical materials are used to develop complex resistance. The most affective of them and their application rates are summarising in the paper. Special attention is drawn to the domestic preparations produced from natural materials: immunocytophyt and nartsiss developing the resistance in crops to fungal diseases.

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ВИДОВ ГРИБОВ РОДА *COCHLIOBOLUS*, СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ К РАЗНЫМ ХОЗЯЕВАМ

Н.В.Мироненко

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Изучали филогенетические отношения грибов в р.*Cochliobolus* с использованием полиморфных фрагментов ДНК, амплифицированных в УП-ПЦР и рестрикционных полиморфизмов рибДНК в качестве признаков. Дендрограммы, построенные на основе УП-ПЦР маркеров, совпали с таковыми, построенными на основе данных рибДНК полиморфизма. Гибридизационный анализ УП-ПЦР продуктов показал, что шесть таксономических видов (*C.sativus*, *D.biseptata*, *C.carbonum*, *C.victoriae*, *C.heterostrophus* и *C.cynodontis*) перекрестно гомологичны на уровне генома и представляют собой единый видовой комплекс. *C.stivus* является наиболее дивергентным компонентом этого комплекса, что позволяет считать его предковой формой в эволюции других хозяин-специализированных видов грибов.

Большинство видов р.*Cochliobolus* являются возбудителями серьезных болезней злаковых культур и трав, называемых сборным термином "гельминтоспориозы", которые проявляются в виде листовых пятнистостей, корневых гнилей и черного зародыша.

Эти виды вызывали ранее неизвестные эпифитотии в 30-40-е и 70-е годы. На кукурузе в 30-х годах была идентифицирована новая раса 1 *C.carbonum*, патогенная к сортам определенного генотипа. Она оказалась исключительно вирулентной благодаря продукции НС-токсина. Эпифитотию гельминтоспориоза на линиях овса, связанных с сортом Виктория, наблюдали в 40-е годы в США в результате появления нового патогена *C.victoriae*, который продуцировал токсин викторин. В 1970-1971 гг. в США появилась раса Т *C.heterostrophus*, способная продуцировать Т-токсин, вызвавшая эпифитотию на кукурузе с ЦМС техасского типа.

Исследования в 60-х годах генетического потенциала патогенности грибов р.*Cochliobolus* (Nelson,1960; 1961 и др.) фактически легли в основу изучения эволюции грибов этого рода. Работа проводилась методами внутри- и межвидовой гибридизации. Были проведены успешные межвидовые скрещивания *C.heterostrophus* × *C.miyabeanus*, *C.heterostrophus* × *C.carbonum*, *C.carbonum* ×

C.sativus, *C.carbonum* × *C.victoriae* (Nelson,1960), что свидетельствовало об их генетическом родстве. Было показано, что эти грибы обладают "генным пулом патогенности" (Nelson,1961), что объясняло внутривидовую изменчивость признака патогенности.

На модели р.*Cochliobolus* можно показать, как фитопатогенные грибы могут переходить из категории сапрофитов к гемибиотрофному способу питания с выраженной специализацией к определенным растениям-хозяевам. Одним из механизмов появления новой специализации патогена, то есть эволюции его патогенности, для грибов р.*Cochliobolus* является генетическая адаптация к хозяину, которая выражается в продукции хозяин-специфичных токсинов (Scheffer,1991; Panaccione,1993). Это свойство данных грибов объясняется их генетически обусловленными возможностями синтезировать новые вторичные метаболиты, что в свою очередь, видимо, обусловлено высокой пластичностью генома. Концепция пластичности генома мицелиальных грибов заключается в возможности частых крупномасштабных перестроек без серьезного влияния на выживаемость (Dewar,Bernier,1995). Способность генома грибов к быстрым и существенным изменениям объясняется особенностями их генетического аппарата в отличие от высших организмов: широко распространенным полиморфизмом по длине и чис-

лу хромосом (отмечается особенно большой вклад в изменчивость "мини-хромосом") (Kistler, Miao, 1992; Zolan, 1995), наличием транспозонов и транспозабельных элементов (Daboussi, 1997), значительной фракцией повторяющейся ДНК в геноме (например, в ядерном геноме *Phytophthora infestans* фракция повторяющейся ДНК составляет 51% (Judelson, Randall, 1998)).

Эволюция патогенности грибов в конечном счете ведет к видообразованию. Поэтому логично предположить, что наряду с изменениями генома, выражающимися фенотипически в адаптации патогенов к новым хозяевам (например, продукции новых специфичных токсинов), происходят изменения в геноме, не имеющие выраженного фенотипического проявления. Скорее всего это изменения в структуре повторяющейся или некодирующей части ДНК. Заметить эту изменчивость можно только с помощью современных методов молекулярно-генетического анализа ДНК (рестрикция, гибридизация и амплификация ДНК). Наиболее продуктивным методом анализа ДНК считается метод ПЦР с неспецифичными праймерами, разработанный одновременно (с незначительными модификациями) тремя группами исследователей: RAPD - randomly amplified polymorphic DNA (Williams et al., 1990), AP-PCR - arbitrarily primed PCR (Welsh, McClelland, 1990) и метод УП-ПЦР - полимеразной цепной реакции с универсальными праймерами (Булат, Мироненко, 1990, 1996).

Принято считать, что патогенность эволюционировала от хозяин-неспецифичного предка (например *C.sativus*) в направлении видовой хозяин-специфичности грибов (например, *C.carbonum* и *C.heterostrophus* - на кукурузе, *C.victoriae* - на овсе) (Scheffer, 1991).

M.Jones & L.Dunkle (1993) получили данные, позволяющие говорить о генетическом родстве видов *C.sativus*, *C.victoriae* и *C.carbonum*, исходя из анализа ДНК этих видов методом RAPD. Они

показали сходство RAPD профилей ДНК разных видов и тем самым подтвердили гипотезу, выдвинутую ранее на основании сходства вторичных метаболитов этих видов (Pringle, 1976) и их интерфертильности (Nelson, 1960; Scheffer, 1991), что эти виды имеют общего предка.

Мы также изучали филогенетические отношения между грибами р.*Cochliobolus*, используя собственный метод УП-ПЦР и RFLP-анализ (restriction fragment length polymorphism) рибДНК. Материалом для исследования служили коллекционные штаммы грибов различных видов, полученные из ряда институтов России и зарубежных стран (табл.1).

Для построения филогенетических отношений между видами использовали признаки, полученные методом рестриционного анализа рибДНК этих грибов (наличие или отсутствие фрагментов рестрикции ДНК (табл.2)). Матрицей для рестрикции служила рибДНК (ITS2 спейсер и часть 25S рибосомальной единицы), амплифицированная с праймерами F22 и F24 (Lubeck et al., 1998). В качестве контрольных видов для сравнения были взяты *Pyrenophora teres* и *Fusarium oxysporum*. Виды *Cochliobolus* достоверно разделились на два кластера: *C.nodulosus* - *C.miyabeanus* и остальные 6 видов (рис.1).

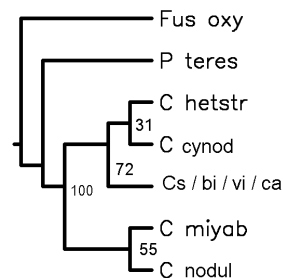


Рис.1. Филогенетические отношения грибов р.*Cochliobolus*, выведенные на основе рестриционного рибДНК полиморфизма

Таблица 1. Экспериментальный материал

Виды	Изоляты	Растение-хозяин	Источник получения
<i>Cochliobolus sativus</i> (<i>Bipolaris sorokiniana</i>)	8, 32	ячмень	Афанасенко О.С. ВИЗР
	HsI	пшеница	Великанов Л.Л., МГУ
	HsII	ячмень	-"-
	F-1446	пшеница	ВКМ
<i>C.miyabeanus</i> (<i>B.oryzae</i>)	III-25	рис	ВНИИФ
	В.о.	рис	Smedegaard-Petersen V., Дания
<i>C.carbonum</i> (<i>B.zeicola</i>)	2079	кукуруза	Лаб. микологии ВИЗР
<i>C.heterostrophus</i> (<i>B.maydis</i>)	Hm1	кукуруза	ВНИИБЗР
<i>C.nodulosus</i> (<i>B.nodulosa</i>)	431	почва из-под виноградника	Лаб. микологии ВИЗР
	104	ячмень	Хасанов Б.А., СКНИИФ
<i>C.victoriae</i> (<i>B.victoriae</i>)	F-1445	овес	ВКМ
<i>C.cynodontis</i> (<i>B.cynodontis</i>)	F1443	неизвестно	ВКМ
	HW10a	дикорастущий ячмень	Выделено автором
	7, 12, 13, 14, 23	свиной пальчатый	-"-
<i>Drechslera biseptata</i>	F 2328;	пшеница	ВКМ;
	T-400	-"-	ВНИИФ

Таблица 2. Единая матрица признаков, построенная на основе полиморфных фрагментов амплифицированной рбДНК, расщепленной четырьмя рестриктазами

Таксон	Признаки
<i>Cs/bi/vi/ca</i>	01100111011111
<i>C.nodull</i>	01010110011111
<i>C.cynod</i>	01010110111111
<i>C.miyab</i>	10011010011111
<i>C.hetstr</i>	01000110011111
<i>P.teres</i>	00000000100000
<i>Fus.oxu</i>	00000000000000

Для более детального анализа филогенетических отношений между близкородственными шестью видами был использован метод УП-ПЦР, позволяющий получать большое число признаков для построения филогенетических деревьев (наличие-отсутствие амплифицированных с универсальными праймерами фрагментов ДНК, выявляемое в полиакриламидном геле). Кроме того, нами было показано, что перекрестная гибридизация продуктов амплификации изолятов грибов свидетельствует о гомологичности их геномов (Булат, МIRONENKO, 1992).

Ранее нами было показано на многих изолятах различного происхождения, что фитопатогенный грибок *C.sativus* очень

консервативен по структуре генома, вскрываемой УП-ПЦР анализом (Булат, МIRONENKO, 1993). В то же время, другие грибы р.*Cochliobolus* хорошо отличаются от *C.sativus* по УП-ПЦР паттернам (Булат, МIRONENKO, 1996). Исключение представляют изоляты *Drechslera biseptata* (совершенная стадия не известна), которые, видимо, представляют собой внутривидовой вариант *C.sativus*. Близкое сходство УП-ПЦР паттернов также наблюдали для *C.carbonum* и *C.victoriae*. Частичное сходство УП-ПЦР паттернов было отмечено для ряда других видов (*C.cynodontis*, *C.nodulosus*, *C.heterostrophus*, *C.miyabeanus*).

В результате гибридизационного анализа УП-ПЦР продуктов показано, что шесть проанализированных таксономических видов (*C.sativus*, *C.carbonum*, *D.biseptata*, *C.victoriae*, *C.heterostrophus* и *C.cynodontis*) кросс-гомологичны на уровне генома, то есть имеют единую структуру генома и, следовательно, представляют собой видовой комплекс (Bulat et al., 1994). Эти результаты подтвердили выдвинутое еще в 1951 г. предположение, что *C.sativus*, *C.victoriae* и другие виды со сходной морфологией ко-

нидий, включая *C.carbonum*, "составляют комплекс близкородственных видов" (Luttrell,1951). По нашим данным, *C.sativus* является дивергентным компонентом этого видового комплекса. На основании УП-ПЦР полиморфизмов методом Вагнеровской парсимонии были выведены филогенетические отношения между шестью видами грибов внутри единого видового комплекса (рис.2, табл.3).

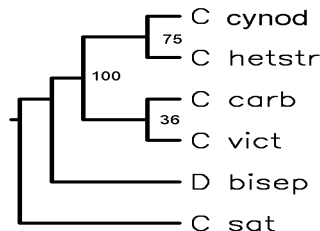


Рис.2. Филогенетические отношения грибов р.*Cochliobolus*, выведенные на основе УП-ПЦР полиморфизма

Выявленная группировка изолятов (три кластера: *C.sativus*-*D.biseptata*, *C.carbonum* - *C.victoriae* и *C.heterostrophus* - *C.cynodontis*) соответствовала интенсивности гибридизации УП-ПЦР продуктов, то есть гомологичности их геномов. Топология дерева, построенного по данным УП-ПЦР анализа (рис.2, табл.3),

совпала с таковой дерева, построенного по данным полиморфизма рибДНК (рис.1, табл.2).

Наиболее парсимонное дерево, построенное по единой матрице признаков по четырем рестриктазам (Taq1, Msp1, Rsa1, Alu1) амплифицированного фрагмента рибДНК (область ITS2-25S, праймеры F22, F24) (табл.2). Использовали метод branch and bound, CI=0.74, процедуру bootstrap.

Наиболее парсимонное дерево, построенное по единой матрице признаков, полученных с двумя универсальными праймерами 45 и 21 (табл.3). Использовали метод branch and bound, процедуру bootstrap. CI=0.76.

Частичное совпадение с нашими данными получено при анализе родственных отношений некоторых видов *Cochliobolus* с использованием RAPD техники (Bakonyi et al.,1995). Наиболее близкими оказались изоляты *C.sativus* и *C.victoriae*, тогда как *C.carbonum* (несовершенная стадия *Bipolaris zeicola*) оказался в группе с *B.sorgicola*, отдаленных от видов *C.cynodontis*, *C.sativus* и *C.victoriae*. К сожалению, авторы не привели результаты статистической обработки, что позволило бы оценить достоверность полученных ими данных, и остается открытым вопрос о гомологичности геномов исследуемых видов грибов.

Таблица 3. Единая матрица признаков, построенная на основе полиморфных фрагментов, полученных в УП-ПЦР с двумя праймерами

Таксон	Признак
C sat	01100100001101100?110001000101100101?0001011001010101?0110??0?101011010001?101?
D bisep	0110010?001101100101001000010110?011?0001011001010101?01101?011101110100101101?
C carb	0000000010?01010110101?11100111100?1100110001?11?1001000000100001?000?0000100?
C vict	11000010?0?0110110??0100001000100001?010000101??1?100010010110?0010000?00010000
C hetstr	10111011110?010100011001101010010101?11?000010?10?010000011000?1?1?0?001001010?
Ccynod	0?0??01?00110?000110110001?011010110?10101001100010100110001001010001011??11101

Полученные нами данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Таксономические виды *C.sativus*, *C.carbonum*, *D.biseptata*, *C.victoriae*, *C.heterostrophus* и *C.cynodontis* имеют

единую структуру генома и представляяют собой видовой комплекс.

2. *C.sativus* является наиболее дивергентным компонентом этого комплекса, что позволяет считать его предковой

формой в эволюции других хозяин-специализированных видов грибов.

3. Сходство генетической структуры геномов изученных видов позволяет предполагать возможность появления новых патотипов этих грибов в результате межвидовой гибридизации.

Последний вывод можно считать в какой-то степени спекулятивным, так как до сих пор в природе не найдено

половой стадии грибов р.*Cochliobolus*. Тем не менее возможность межвидовой гибридизации в качестве одного из механизмов возникновения новых патотипов рассматривается и другими авторами. Например, возникновение нового патотипа *C.carbonum*, обозначенного расой 4, J.Dodd (1993) объясняет как результат межвидовой гибридизации *Bipolaris maydis* и *B.zeicola*.

Литература

Буллат С.А., Мироненко Н.В. Видовая идентичность фитопатогенных грибов *Pyrenophora teres Drechsler* и *Pyrenophora graminea* Ito and Kurib. /Микол. и фитопатол., 24, 1990, с.435-441.

Буллат С.А., Мироненко Н.В. Полиморфизм дрожжеподобного гриба *Aureobasidium pullulans* (De Bary), выявляемый в полимеразной цепной реакции с универсальными праймерами: состояние дивергенции вида. /Генетика, 28, 4, 1992, с.19-30.

Буллат С.А., Мироненко Н.В. Генетическая дифференциация фитопатогенного гриба *Cochliobolus sativus* (Ito and Kurib.) Drechsl. ex Dastur (*Bipolaris sorokiniana*) Shoem.), выявляемая методом полимеразной цепной реакции с универсальными праймерами (УП-ПЦР): корреляция с хозяин-специфичностью. /Генетика, 29, 8, 1993, с.1295-1301.

Буллат С.А., Мироненко Н.В. Идентификация грибов и анализ их генетической изменчивости методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с геноспецифичными и неспецифичными праймерами. /Генетика, 32, 2, 1996, с. 165-183.

Bakonyi J., Pomazi A., Fischl G., Hornok L. Comparison of selected species of *Bipolaris*, *Drechslera* and *Exserohilum* by random amplification of polymorphic DNA. /Acta Microbiol. et Immunolog. Hungarica, 42, 1995, p.355-366.

Bulat S.A., Mironenko N.V., Alekhina I.A. Phylogeny inference in fungi based on UP-PCR (RAPD like) amplified polymorphic DNA and nuclear rDNA RFLPs: parsimonious tree topology congruity. /Biodiversity and phylogeny. The 13-th meeting of the Willi Hennig society. Copenhagen, Denmark, August 23-26, 1994, p.31.

Daboussi M.J. Fungal transposable elements and genome evolution. /Genetica, 100, 1997, p.253-260.

Dewar K., Bernier L. Inheritance of

chromosome-length polymorphisms in *Ophiostoma ulmi* (sensu lato). /Curr. Genet., 27, 1995, p.541-549.

Dodd J.L. Recent developments in the maize pathogen *Bipolaris zeicola* Shoemaker. /Maydica, 38, 1993, p.201-204.

Jones M.J., Dunkle L.D. Analysis of *Cochliobolus carbonum* races by PCR amplification with arbitrary and gene-specific primers. /Phytopathology, 83, 1993, p.366-370.

Judelson H.S., Randall T.A. Families of repeated DNA in the oomycete *Phytophthora infestans* and their distribution within the genus. /Genome, 41, 1998, p.605-615.

Kistler H.C., Miao V.P.W. New modes of genetic change in filamentous fungi. /Ann. Rev. Phytopathol., 30, 1992, p.131-152.

Lubeck P.S., Alekhina I.A., Lubeck M., Bulat S.A. UP-PCR genotyping and rDNA analysis of *Ascochyta pisi* Lib. /J. Phytopathol., 146, 1998, p.51-55.

Luttrell E.S. A key to species of *Helminthosporium* reported on grasses in the United States. /Plant Dis. Repr. Suppl., 201, 1951, p.59-67.

Nelson R.R. Evolution of sexuality and pathogenicity. I. Interspecific crosses in the genus *Helminthosporium*. /Phytopathology, 50, 1960, p.375-377.

Nelson R.R. Evidence of gene pools for pathogenicity in species of *Helminthosporium*. /Phytopathology, 51, 1961, p.736-737.

Panaccione D.G. The fungal genus *Cochliobolus* and toxin-mediated plant disease. /Trends in microbiol., 1, 1, 1993, p.14-20.

Pringle R.B. Comparative biochemistry of the phytopathogenic fungus *Helminthosporium*. XVI. The production of victoxinine by *H.sativum* and *H.victoriae*. /Can. J. Biochem., 54, 1976, p.783-787.

Scheffer R.P. Role of toxins in evolution and ecology of plant pathogenic fungi. /Experientia, 47, 1991, p.804-811.

Welsh J., McClelland M. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. /Nucl. Acids Res., 18, 1990, p.1713-1718.

Williams J.G.K., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A., Tingey S.V. DNA polymorphisms

amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. /Nucl. Acids Res., 18, 1990, p.6531-6535.

Zolan M.E. Chromosome-length polymorphism in fungi. /Microbiol. Rev., 59, 1995, p.686-698.

Автор выражает благодарность С.А.Булату за помощь в статистической обработке результатов.

Работа выполнена по Программой фундаментальных и приоритетных прикладных исследований ВИЗР.

PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS IN THE *COCHLIOBOLUS* FUNGI SPECIALIZED TO DIFFERENT HOST PLANTS

N.V.Mironenko

The phylogenetic relationships among the phytopathogenic *Cochliobolus* fungi were analysed using UP-PCR polymorphic DNA fragments and rDNA RFLPs as characters. The topology of UP-PCR-based tree coincided with a tree based on rDNA restriction fragments data. The hybridization analysis of UP-PCR products showed that six species analyzed (*C.sativus*, *D.biseptata*, *C.carbonum*, *C.victoriae*, *C.heterostrophus* and *C.cynodontis*) are cross homologous at genome level and thus form a natural species group. *C. sativus* can be considered as an ancestor in evolution of other host-specific *Cochliobolus* fungi.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЮПИНА К ГРИБНЫМ И ВИРУСНЫМ БОЛЕЗНЯМ

И.П.Такунов, А.С.Якушева

Всероссийский НИИ люпина, Брянск

Указаны наиболее вредоносные болезни люпина, представляющие серьезную проблему в люпиносеянии. Определена тактика повышения устойчивости культуры к болезням. Представлена перспективность индивидуально-семейного отбора на инфекционных фонах высокоустойчивых форм и создания на их основе болезнеустойчивых сортов.

Культивируемые виды люпина поражаются рядом болезней. Основные из них - антракноз, фузариоз и вирусная узколистность, которые представляют серьезную проблему в люпиносеющих регионах РФ и других странах (Агаев,1989; Пугачев,1994; Корнийчук,1996; Gondran,1989; Lewartovska, Frencel,1990). Особенно это относится к антракнозу, из-за которого в последние годы в РФ посевы наиболее поражаемого желтого люпина резко сократились.

Стремительное распространение антракноза на люпине, наблюдаемое в последние годы, является следствием, прежде всего, отсутствия болезнеустойчивых сортов и достаточно эффективных мер борьбы с ним. Создание болезнеустойчивых сортов - это актуальная проблема, решение которой зависит от обеспеченности селекционного процесса донорами или источниками устойчивости. Следует отметить, что в генофонде люпина ВИР и в других странах отсутствуют убедительные данные о наличии эффективных источников или доноров устойчивости к антракнозу. Однако, современная селекция владеет арсеналом средств для осуществления основной задачи - создания новых генотипов растений, обладающих ценными признаками, в том числе и устойчивостью к патогенам.

Как известно, основной тенденцией в селекции на устойчивость является расширение генетической основы сортов с целью избежания их однородности (Вавилов,1986). Задача повышения устойчивости растений к болезням может быть успешно решена лишь на основе интегрированного подхода к системе хозяин -

паразит - среда. В этой связи наиболее целесообразно вести селекцию на специализированных инфекционных фонах, где проявляется разнообразие изучаемых растений в их реакции на воздействие патогена на всех стадиях онтогенеза в тех или иных условиях среды. Только в условиях инфекционного фона возможны дифференциация селекционного материала по степени устойчивости и проведение отборов по этому признаку.

В связи с вышеизложенным, сегодня основное направление селекции люпина - создание сортов с комплексной устойчивостью к болезням и, в первую очередь, к антракнозу. Был проведен целенаправленный поиск и нового исходного материала, устойчивого к антракнозу, как основы для селекции антракнозоустойчивых сортов.

Основные методы решения поставленной задачи - отбор устойчивых форм люпина на специализированных инфекционных фонах среди разнообразного материала мутантного происхождения, а также гибридного и коллекционного. Согласно методическим указаниям М.С.Корнейчука (1985) и Ю.И.Власова, А.С.Якушевой (1985), в полевых условиях созданы фузариозные инфекционные фоны для каждого из культивируемых видов люпина (желтого, белого, узколистного) и вирусный - для желтого и узколистного, где проводятся оценка и отбор болезнеустойчивого материала. Весь селекционный материал проходит испытание параллельно на фузариозном и вирусном фонах.

Разработанные нами методы создания антракнозного инфекционного фона и оценки селекционного материала позво-

лили проводить иммунологическую оценку в полевых условиях желтого и белого люпина и в лабораторных - всех культивируемых видов.

При многолетней совместной работе селекционеров и фитопатологов путем внутривидовой гибридизации с применением многократного индивидуально-семейного отбора на инфекционных фонах во ВНИИ люпина создан ряд фузариозоустойчивых сортов желтого люпина (Дружный 165, Ипутский, Родник, Брянский 17), а также с комплексной устойчивостью к фузариозу и вирусной узколистности (Жемчуг, Брянский 27). Созданы также фузариозоустойчивые сорта узколистного люпина - Брянский 123, Брянский Л-3, Кристалл. Перечисленные сорта обладают высокой продуктивностью зерна и зеленой массы. Однако, реализация высокого уровня продуктивности сортов желтого люпина лимитируется и причиной этого, как указывалось ранее, является сильное поражение антракнозом.

Исследование динамики развития антракноза на желтом люпине показало, что при благоприятных погодных условиях (наличие осадков и среднесуточной температуры воздуха не ниже 18°C) поражение его антракнозом происходит на всех стадиях онтогенеза, но наиболее интенсивно - в фазы стеблевания и бобообразования. При этом районированные сорта (Кастрычник, Дружный 165, Ипутский и др.) поражаются на 70-100%.

В течение трех последних лет, резко различающихся по погодным условиям, на инфекционном фоне было испытано на устойчивость к антракнозу более 1000 образцов, представляющих разнообразный гибридный, коллекционный и мутантный материал, среди которого не обнаружено ни устойчивых, ни иммунных к антракнозу образцов. Среди гибридного материала выявлены различия по темпам его роста на начальных этапах онтогенеза (всходы - стеблевание), в связи с чем восприимчивая к заболеванию фаза (стеблевание) проходит у различных образцов в разное время, с различной продолжительностью и при разных погод-

ных условиях, что отражается на степени их поражения антракнозом.

Установлено, что популяции большинства образцов состоят из различных по восприимчивости форм. Так, среди одних образцов выявлены высокоустойчивые формы на стадии стеблевания, у других - на стадии бобообразования, доля их предельно низка в первый год испытания. Однако в последующие годы в потомстве отборов устойчивых форм количество устойчивых растений значительно выше, что указывает на перспективность индивидуального отбора.

Индивидуально-семейный отбор среди перекрестноопыляющихся культур признан как один из лучших методов создания болезнеустойчивых форм. Желтый люпин - факультативно-опыляющаяся культура, выбирая из его неоднородной популяции устойчивые на разных стадиях онтогенеза формы и вовлекая их в скрещивание между собой, можно достигнуть определенных результатов в создании болезнеустойчивых образцов.

С 1997 г. нами проводится индивидуально-семейный отбор слабо поражаемых антракнозом форм. В этом году развитие заболевания было умеренным на стадии стеблевания и эпифитотийным - на стадии бобообразования. Посевы желтого люпина как селекционные, так и производственные были поражены в сильной степени, и в основном репродуктивные органы (бобы) на 70-100%. Среди гибридного и мутантного материала были выявлены слабо- и средне пораженные растения, потомства которых высевались в 1998 г. на инфекционном фоне.

1998 г. отличался эпифитотийным развитием антракноза на желтом люпине на протяжении всего вегетационного периода. Постоянные дожди в течение июня-июля при среднесуточной температуре 17-21°C способствовали сильному поражению люпина как в селекционных, так и производственных посевах, где на отдельных участках наблюдалась его полная гибель.

На антракнозном инфекционном фоне уже к моменту цветения люпина была отмечена гибель большинства растений

испытуемых образцов. Однако среди них выделялись несколько образцов с меньшим поражением стебля. Так, у гибридной комбинации №2486а из 22 испытуемых растений только 4 были слабо по-

ражены. Были выделены еще несколько образцов, у которых степень поражения стебля составляла 25-51%, тогда как у стандартных сортов Дружный 165 - 77.9%, Кастрычник - 59.3% (табл.).

Перспективные образцы желтого люпина,
выделенные на антракнозном инфекционном фоне в полевых условиях

№ образца	Наименование	Степень развития болезни, %					
		1998		1999		1999	
		Стебель	Бобы	Стебель	Бобы	Стебель	Бобы
	Дружный 165 - стандарт	79.7	100	18.8	48.8		
	Кастрычник - стандарт	59.3	100	12.5	26.4		
2486а	И.о. из гибридной комбинации СН-40/93 (темн. бут. лимон. цветк.)	11.1	55.7	5.0	18.7	2.3	40.0
				8.3	14.5	0.0	35.0
				0	36.5	2.5	27.5
3168	И.о. из гибридной комбинации СН-40/93 (светл. бут. лимон. цветк.)	47.2	67.5	0	16.6	0	53.1
				4.2	25.0	5.1	13.4
2961	И.о. из гибридной комбинации СН-40/93 (темн. бут. желт. цветк.)	28.5	75.8	3.8	12.5	3.6	14.2
				7.1	30.3	0	5.7
				5.0	12.5	3.6	25.0
				0	15.0	0	13.5
3170	И.о. из сорта Кастрычник	39.3	67.8	2.5	43.4	1.3	8.8
				2.0	13.4	17.1	27.7
1640	И.о. из сорта Крок (лимон. цветк.)	51.0	72.8	21.7	1.6	3.6	34.3
				9.4	38.8		
2026	Линия из гибр. комбинации Кастрычник x (Житомирский юбилейный x Афуc) И.о. СН 77/93	35.0	90.0	0.9	22.3	0	11.1
				1.0	23.1	0	8.3
2556	ЭИ-0.023% СН-1408	34.5	79.8	5.5	11.1	1.6	10.0
2598	ЭИ-0.045% Дружный 165	25.0	91.6	18.0	55.2	0	7.3
		28.1	95.0	5.5	15.3		

В группу образцов с незначительным поражением стебля вошли не только гибридные, но и мутантные образцы, где в качестве мутагена использовался широко известный в селекционной практике этиленмин в различной концентрации. Обработка сортов Дружный 165 и СН 1408 мутагеном проводилась в 1996 г. В фазы стеблевания - цветения произошло значительное усиление инфекционной нагрузки (за счет пораженных испытуемых растений) к моменту стадии бобообразования. На таком жестком инфекционном фоне произошло полное опадение репродуктивных органов у многих выживших после поражения (1-2 баллом) стебля растений. Исключение составили лишь гибридные комбинации №2486а, у которой к фазе созревания степень развития болезни на бобах составляла 55.7%, а также №168, 3170, в составе которых также имелись растения со слабо пора-

женными бобами. У стандартных сортов Дружный 165 и Кастрычник, как и у остальных (более 400 наименований) образцов, к фазе созревания наблюдалась полная гибель растений. Среди указанных выше образцов были отобраны растения с минимальным поражением их антракнозом, потомство которых было высеяно на инфекционном фоне в 1999 г.

В отличие от прошлых лет, 1999 год был крайне неблагоприятен для развития антракноза. Холодная сухая весна сменилась таким же сухим, но жарким летом. В течение июня - июля не отмечено выпадения осадков, а температура воздуха превышала 30°C. В естественных условиях на желтом люпине несмотря на проявление семенной инфекции развития антракноза не было отмечено. На инфекционном фоне были использованы дополнительные приемы, чтобы вызвать заражение экспериментальных образцов. В

итоге на большинстве испытуемых образцов (около 300 наименований) наблюдалось умеренное развитие антракноза. При этом степень поражения стандартных сортов составляла: Дружный 165-18.8% по стеблю и 48.8% по бобам и Кастрычник, соответственно, 12.5% и 26.4%. Данные таблицы свидетельствуют о перспективности отобранных образцов. Так, среди отборов прошлого года из гибридной комбинации 2486а выделены 2 образца элиты без признаков поражения стебля, а у остальных этот показатель не превышал 8.3%, степень поражения бобов к стадии созревания составляла от 14.5% до 40.5%. Из других образцов также имеются отборы, степень поражения которых значительно ниже, чем у стандартных сортов.

Итак, проведенные исследования свидетельствуют о возможности создания новых высокопродуктивных, скороспелых сортов с комплексной устойчивостью

к болезням. При этом селекцию на повышение устойчивости люпина к болезням необходимо вести на специализированных инфекционных фонах.

Испытание желтого люпина выявило отсутствие абсолютно устойчивых к антракнозу образцов среди селекционного, коллекционного материала, а также форм мутантного происхождения. Однако выделены образцы с высокой устойчивостью на определенных этапах онтогенеза - на стадии стеблевания (№2486а, 2598, 2961), а также формы внутри образцов, устойчивые к антракнозу на стадиях стеблевания и бобообразования.

Путем внутривидовой гибридизации с применением многократного индивидуально-семейного отбора на инфекционных фонах созданы сорта желтого люпина Жемчуг и Брянский 27 с комплексной устойчивостью к фузариозу и вирусной узколистности.

Литература

Агаев Р.Н. Вредоносность антракноза люпина. /Материалы научно-практ. конф. "Повышение эффективности производства, хранения и переработки продукции в системе АПК Брянской обл." Брянск, 1989, с. 153-154.

Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекционным заболеваниям. /М., Наука, 1986, с 518.

Власов Ю.И., Якушева А.С. Методические указания по оценке люпина на устойчивость к вирусу желтой мозаики фасоли - возбудителю узколистности. Л., 1985, 10 с.

Корнейчук Н.С. Методические указания по созданию инфекционного фона для оценки устойчивости люпина к фузариозному увяданию. М., 1985, 12 с.

Пугачев Т.М. Разработка методов инокуляции желтого люпина при оценке на устойчивость к ан-

тракнозу. /Сб. науч. трудов ВСХА. Биология продуктивности сельскохозяйственных культур. Горки, 1994, с. 20-24.

Корнійчук М.С. Грибні хвороби однорічних кормових люпинів *Lupinus luteus*, *L.albus*, *L.angustifolius* в Україні і абґрунтовання агротехнічних та селекційних заходів обмеження їх розвитку. Автореф. докт. дисс., Київ, 1996, 50 с.

Gondran J. Les maladies fongiques les plus importantes du lupin blanc Phytoma. ISSN,413,1989, p.64-66.

Lewartowska E., Frencl I. Problems involved in evaluation of lupin cultivars susceptibility and resistance to *Fusarium* spp. /International Lupin Association, 6-th International Lupin Conference, November, 1990, p. 123.

DEVELOPMENT OF LUPINE RESISTANCE TO FUNGI AND VIRUS DISEASES

I.P.Takunof, A.S.Yakusheva

Anthracoze, *Fusarium* and BYMV infect mainly commercial lupine crops. Among these diseases, anthracnose is the main problem not only in Russia but also in many countries of the world. In Russia, the disease occurs on every cultivated lupine species, especially heavy infestations are observed in the yellow fodder one. Due to this reason, its crops have been hardly reduced in the last years.

At the present time, the main breeding problem, the Russian Lupine Research Institute deal with, is to develop lupine varieties with complex disease resistance, in the first instance to anthracnose. Long-term co-operation of breeders and phyto-pathologists resulted in the development of a number of *Fusarium* resistant yellow lupine varieties (Rodnik, Bryansky 17, Druzny 165, Iputsky etc.). Additionally there are many varieties with complex resistance to *Fusariose* and BYMV (Zhemtchug, Bryansky 27) as well as narrow-leaved lupine varieties resistant to *Fusariose* - (Bryansky 123, Bryansky L-3, Christall).

Development and search for new initial anthracnose resistant forms has been launched. Selection of lines and simple resistant forms has been carried out on infected background among different hybrid, collection and mutant samples. However, these forms are seldom found in populations of cultivated lines.

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ РЖИ К ГРУППЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

М.Л.Пономарева, С.Н.Пономарев

НПО "Нива Татарстана", Казань

Приведены результаты иммунологической оценки сортов собственной и инорайонной селекции и выделены источники устойчивости к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчинам. Изучена взаимосвязь устойчивости с другими селективируемыми признаками. Отмечено снижение размерности большинства хозяйственно ценных признаков у неустойчивых к изучаемым болезням сортов.

Сохранению стабильно высоких урожаев зерна в значительной мере способствует устойчивость сортов к болезням. Селекция короткостебельной ржи значительно усугубила данную проблему и привела к резкому увеличению вредоносности болезней. В связи с этим создание устойчивых к опасным патогенам сортов озимой ржи - важное направление селекционной работы.

Мучнистая роса, бурая и стеблевая ржавчины в Республике Татарстан регистрируются почти ежегодно. Более или менее значительные эпифитотии, приносящие ущерб урожаю, случаются через 3-5 лет. Максимальное проявление болезни наблюдается в фазу молочной и восковой спелости, что влияет на крупность и качество зерна. Пластичность возбудителей ржавчины ржи, способность давать несколько уредогенераций за вегетационный период, огромная скорость нарастания инфекции обуславливают высокую вредоносность заболеваний и затрудняют борьбу с ними.

Агротехнические меры и химические способы защиты растений часто оказываются малоэффективными, способными лишь несколько снизить вредоносность заболеваний, но не предотвратить их, нанося при этом урон окружающей среде. Наиболее действенный прием защиты - создание устойчивых сортов селекционными методами. Для выведения сортов, длительное время сохраняющих устойчивость, необходима направленная дифференциальная селекция, учитывающая особенности источников генов устойчивости и возможность их передачи в селек-

тивируемые сорта.

В настоящее время в потенциале рода ржи выявлены доноры расоспецифической устойчивости к мучнистой росе с доминантными генами устойчивости *Eg* и *Pm2*. Создана серия доноров частичной расоспецифической устойчивости к бурой ржавчине ржи, контролируемой доминантными негомологичными генами *Pd*, *Pd1*, *Pd2*. Устойчивость к стеблевой ржавчине у созданных источников устойчивости контролируется одним доминантным геном, которому присвоен символ *Sri* (Солодухина, 1998). В отношении горизонтальной устойчивости следует заметить, что она присутствует в разных популяциях сортов и известна как полевая устойчивость. При развитии эпифитотий не все сорта одинаково сильно поражаются патогенами. У ржи еще не известно, насколько надежна расоспецифическая устойчивость в связи с возможностью её преодоления при возникновении новых мутантных рас патогенов (Кобылянский, Солодухина, 1987).

Исследование генетического контроля признака показало, что почти во всех случаях устойчивость к бурой ржавчине контролируется доминантно-монофакторной генетической системой или тесно сцепленным блоком генов. Идентификация генов устойчивости ржи к бурой ржавчине затруднена по сравнению с другими зерновыми культурами. Это связано с гетерогенностью популяций доноров, сходством проявления генов, самонесовместимостью растений.

Применяемые в настоящее время способы оценки исходного материала озимой

ржи, отбора на ранних этапах селекции имеют слабое научное обоснование, в связи с чем эффективность селекции во многом зависит от случайных факторов и не удовлетворяет запросам сельского хозяйства ни по темпам ее проведения, ни по результатам. Поэтому при оценке генофонда на первый план выдвигаются вопросы установления изменчивости, корреляционных связей количественных признаков и выявление среди них тех, которые имеют наибольшее значение для использования в селекции.

Изучалось поражение новых сортов озимой ржи селекции Татарского НИИСХ и современного генофонда других селекционных учреждений мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной. Оценка степени развития болезней проводилась как в естественных условиях в период их максимального проявления, так и на провокационном фоне. Инфекционный фон к перечисленным пато-

генам создавали в полевых условиях, руководствуясь методическими указаниями В.Д.Кобылянского и Л.А.Королевой (1980). Инокуляцию осуществляли уредоспорами татарской популяции возбудителей в начале фазы выхода растений в трубку. Иммунологическую и селекционную оценку сортов проводили в конкурсном и экологическом сортоиспытаниях. Площадь делянки 25 м², повторность 6-кратная, норма высева 5 млн. семян/га.

Тип реакции растений (в баллах) на поражение мучнистой росой определяли по шкале Майнса, бурой ржавчиной - по шкале Майнса и Джексона, стеблевой ржавчиной - по шкале Стекмана и Левина (Кобылянский, 1982).

Результаты иммунологической оценки сортов приведены в таблице 1. По мучнистой росе к числу наименее поражаемых (степень развития болезни до 30%) отнесены Эстафета Татарстана, Гетера 4, Кировская 89, С-95, Гетера 3.

Таблица 1. Иммунологическая характеристика сортов озимой ржи (1996-1997)
 \bar{x} - средневзвешенный балл поражения; С - степень развития болезни, %

Сорта	Мучнистая роса		Бурая ржавчина		Стеблевая ржавчина	
	\bar{x}	С	\bar{x}	С	\bar{x}	С
Татарская 1 (ст)	1.40	35.0	2.62	65.5	3.42	85.5
Безенчукская 87 (ст)	2.62	45.5	2.67	66.7	3.10	77.5
Эстафета Татарстана	0.42	10.5	1.15	28.7	2.04	51.0
Радонь	1.24	31.0	1.25	31.3	2.64	66.0
Степная	1.92	48.0	2.73	68.3	2.90	72.5
Гетера 4	0.26	6.5	0.94	23.5	1.14	28.5
Волхова	1.70	42.5	2.03	50.7	2.02	50.5
Суперкарликовая	2.50	62.5	1.84	46.0	2.00	50.0
Надежда	1.22	30.5	0.35	8.7	0.52	13.0
Былина	2.08	52.0	2.53	63.3	2.96	74.0
Кировская 89	0.78	19.5	0.92	23.0	1.26	31.5
Дымка	2.02	50.5	3.07	76.7	2.58	64.5
Крона	1.72	43.0	2.35	58.7	1.12	28.0
Пурга	1.36	34.0	2.66	66.5	1.88	47.0
Альфа	2.64	66.0	2.88	72.0	1.84	46.0
Валдай	1.96	49.0	2.81	70.3	1.38	34.5
Орлея	1.60	40.0	2.69	67.3	2.42	60.5
Безенчукская 88	1.48	37.0	2.10	52.5	2.72	68.0
Популяция 5	1.24	31.0	2.96	74.0	3.32	83.0
С-95	0.90	22.5	2.56	64.0	3.02	75.5
Антарес	1.94	48.5	2.94	73.5	2.94	73.5
Гетера 3	0.70	17.5	1.11	27.7	1.78	44.5
Нейва	2.06	51.5	2.95	73.7	3.18	79.5
Пышма	2.32	58.0	2.71	67.7	3.26	81.5
Средняя	1.59	38.8	2.20	55.0	2.31	57.8

Эти сорта показали наряду с низким индексом развития болезни и наименьший средневзвешенный балл поражения болезнями (ниже единицы), что свидетельствует о генетически детерминированной природе их устойчивости. Наиболее пораженными мучнистой росой оказались сорта Суперкарликовая, Былина, Дымка, Альфа, Нейва и Пышма, которые сочетали высокие значения степени развития и балла поражения.

По бурой ржавчине различия были еще более отчетливыми. Выделены высокоустойчивые сорта Надежда и Гетера 4 со средневзвешенным баллом 0.35 и 0.94 и степенью развития болезни 8.7% и 23.5% соответственно. Сорта Эстафета Татарстана, Кировская 89 и Гетера 3 в условиях Республики Татарстан проявили себя как устойчивые. Дымка, Нейва, Антарес отнесены к группе сильно поражаемых. Остальные сорта были среднеустойчивыми к бурой ржавчине.

Иммунностью к стеблевой ржавчине выделился сорт Надежда. Сорта Гетера и Крона были устойчивыми, а Кировская 89 и Валдай - среднеустойчивыми. В сильной степени поражались стеблевой ржавчиной Татарская 1, Безенчукская 87, Степная, Былина, П-5, С-95, Нейва и Пышма.

Можно предположить, что сорта Эстафета Татарстана, Гетера 4 и Кировская 89 обладают распецифической устойчивостью к исследуемым болезням. Показано, что ряд сортов обладает горизонтальной устойчивостью. Она более постоянна, поскольку сдерживает изменчивость популяции гриба, не нарушая действие стабилизирующего отбора внутри популяции патогена. Растения ржи с неспецифическим типом устойчивости к возбудителю ржавчины имеют восприимчивый тип реакции при заражении патогеном, но количество пустул, их размер, продуктивность, период споруляции меньше, чем на восприимчивом сорте. Рост гиф мицелия гриба в тканях растения-хозяина замедлен, удлиняется латентный период развития возбудителя болезни. Все это приводит к медленному нарастанию болезни на сорте с неспеци-

фическим типом устойчивости, в результате чего на нем к концу вегетационного периода развивается значительно меньшее количество патогена, чем на восприимчивом сорте. За счет этого сохраняется значительная часть урожая. Данный тип устойчивости характерен для сортов Радонь, Крона, Валдай. Практически горизонтальную устойчивость определить гораздо сложнее, чем вертикальную, так как меньшее количество патогена к концу вегетационного периода может быть и при наличии одного или нескольких малоэффективных генов распецифической устойчивости.

Таким образом, из сортов татарской селекции Эстафета Татарстана показала себя высоко устойчивой к мучнистой росе и устойчивой к бурой ржавчине. В отношении стеблевой ржавчины требуется дальнейшая селекционная работа с данным сортом. Аналогичные выводы можно сделать и о сортах Кировская 89 (НИИСХ Северо-Востока) и Гетера 3 (Самарский НИИСХ). Из инорайонных заслуживает внимания сорт Надежда, выведенный в Северо-Западном НИИСХ. Он в условиях Республики Татарстан обладал иммунитетом к ржавчинным болезням.

Перспективный сорт Гетера 4, выведенный в Татарском НИИСХ, более продвинул в отношении устойчивости к грибным болезням, поскольку несет генетически контролируемую устойчивость к комплексу болезней. Даже при эпифитотийном развитии мучнистой росы и бурой ржавчины 4 гена устойчивости (Eg, Pm2, Pd, Pd1) надежно защищают этот сорт от поражения. Гетера 4 за годы исследований по всем изученным болезням показала наименьшее поражение и отнесена к разряду высокоустойчивых сортов.

По иммунологической характеристике сортов озимой ржи мы выделили две группы: устойчивые к грибным болезням - Эстафета Татарстана, Радонь, Гетера 4 (Татарский НИИСХ), а также Надежда, Кировская 89, Пурга и Гетера 3 (сорта инорайонной селекции) и неустойчивые сорта - Степная, Волхова, Дымка, Альфа, Орлея, Нейва, Пышма (табл.2).

Таблица 2. Сравнительная оценка двух групп сортов озимой ржи по признакам продуктивности и качества зерна (1996-1997)

Признаки	Степень поражения грибными болезнями	
	Устойчивые	Неустойчивые
Мучнистая роса, балл поражения	0.85 ± 0.16	1.99 ± 0.15
Бурая ржавчина, балл поражения	1.19 ± 0.27	2.73 ± 0.15
Стеблевая ржавчина, балл поражения	1.61 ± 0.26	2.49 ± 0.21
Урожай зерна, т/га	5.08 ± 0.09	4.45 ± 0.13
Перезимовка, балл	4.67 ± 0.04	4.65 ± 0.03
Продуктивный стеблестой, шт./м ²	371.86 ± 12.01	341.83 ± 12.24
Высота растений, см.	125.72 ± 2.33	123.73 ± 1.96
Продуктивная кустистость, шт./раст.	9.70 ± 0.36	9.53 ± 0.16
Длина колоса, см.	11.56 ± 0.18	10.30 ± 0.35
Число колосков в колосе, шт.	32.63 ± 0.45	29.93 ± 0.83
Число зерен с колоса, шт.	54.16 ± 0.93	49.27 ± 1.55
Число зерен с растения, шт.	502.09 ± 27.82	459.88 ± 12.35
Масса зерна с главного колоса, г	2.07 ± 0.05	1.89 ± 0.09
Масса зерна с растения, г	14.82 ± 0.49	14.08 ± 0.69
Масса 1000 зерен, г	32.03 ± 0.61	30.57 ± 0.72
Натура зерна, г/л	708.57 ± 6.68	716.17 ± 6.39
Сырой протеин, %	10.93 ± 0.35	10.49 ± 0.22
Крахмал, %	45.62 ± 0.49	46.41 ± 0.77

Средние значения веса зерна и числа зерен растения устойчивых сортов достоверно выше, чем у неустойчивых. Это свидетельствует о том, что от болезнестойчивости напрямую зависит как продуктивность сорта в целом, так и коэффициент его размножения. Кроме того, группа устойчивых сортов характеризовалась лучшими значениями и по большинству хозяйственно полезных признаков. Исключение составили натура зерна и его крахмалистость. Это связано с тем, что наиболее крупнозерные и высоко натурные сорта из числа изученных имели слабую устойчивость к грибным болезням. Таким образом, селекция озимой ржи на устойчивость к группе наиболее опасных грибных болезней есть и будет на ближайшую перспективу одним из актуальных направлений генетических и селекционных исследований. Выявление высокоэффективных генов иммунитета позволяет вводить их в новые сорта и добиваться значительного повышения устойчивости и продуктивности (примером служат сорта Гетера 4, Надежда и др.).

Второй путь - это улучшение элемен-

тов продуктивности, технологических качеств при наличии полевой устойчивости к патогенам (среднеустойчивые и устойчивые сорта). Примером этого направления может служить сорт Радонь, сочетающий высокую урожайность, формирующуюся за счет продуктивности колоса, крупности, натуры зерна и других параметров наряду с полевой устойчивостью к грибным болезням.

Для селекционных и генетических исследований особый интерес представляет выяснение межсортовых корреляций между поражением растений отдельными грибными болезнями и теми признаками, на которые главным образом направлена селекционная работа.

В эксперименте между признаками поражения растений отдельными патогенами проявилась существенная зависимость. Так, поражение мучнистой росой в значительной степени коррелировало с поражением бурой ($r=0.79$) и стеблевой ржавчиной ($r=0.53$). В то же время обе ржавчинные инфекции, поражающие озимую рожь, имеют значительную сопряженность между собой ($r=0.74$). Все

перечисленные коэффициенты корреляции были существенны при $P \geq 0.95$ уровне значимости. Полученные данные свидетельствуют о том, что при селекции на устойчивость к грибным болезням отбор устойчивых сортов хотя бы к одной из них автоматически будет улучшать иммунологическую характеристику в отношении других грибных болезней. Этот факт представляется важным и с той позиции, что при использовании инфекционных фонов, к примеру на устойчивость к бурой ржавчине, будут улучшаться коррелирующие с ними признаки устойчивости к мучнистой росе и стеблевой ржавчине.

Таблица 3. Корреляция между поражением растений озимой ржи грибными болезнями и хозяйственно ценными признаками (1996-1997)

Признаки	Коэффициент корреляции (r)		
	МР	БР	СР
Мучнистая роса (МР)	1.00		
Бурая ржавчина (БР)	.79*	1.00	
Стеблевая ржавчина (СР)	.53*	.74*	1.00
Урожай зерна	-.35*	-.57*	-.39*
Перезимовка	-.44*	-.42*	-.07
Продуктивный стеблестой	-.03	-.07	.09
Высота растений	-.14	-.22	.09
Продуктивная кустистость	-.07	-.15	-.42*
Длина колоса	-.84*	-.69*	-.46*
Число колосков колоса	-.72*	-.63*	-.47*
Число зерен колоса	-.66*	-.63*	-.53*
Число зерен растения	-.36*	-.44*	-.71*
Масса зерна главного колоса	-.34*	-.52*	-.32*
Масса зерна растения	-.33*	-.33*	-.21*
Масса 1000 зерен	-.24	-.19	.01
Натура зерна	.45*	.35*	.40*
Сырой протеин	-.47*	-.29	-.15
Крахмал	.54*	.36*	.26

*Коэффициент корреляции значим при $P \geq 0.95$.

Основной признак, на который направлены усилия селекционеров, это урожай зерна. Нами достоверно установлено, что повышение пораженности каждым из изучаемых патогенов приводит к значительному недобору зерна. Это свидетельствует о том, что мучнистая роса, бурая и стеблевая ржавчины имеют большую вредоносность, и что селекция на устойчивость может внести большой вклад в повышение продуктивности ози-

мой ржи.

Отмечена достоверная взаимосвязь между длиной колоса, числом колосков в колосе, числом зерен в колосе и с растения и поражением изучаемыми болезнями. Отрицательный знак указывает на то, что при увеличении поражения данными патогенами происходит снижение градаций всех перечисленных признаков. По всем изученным заболеваниям выявлена разная по величине, но существенная зависимость между пораженностью и перечисленными элементами структуры урожая.

Подобным образом поражение мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной коррелировало и с продуктивностью главного колоса. Это говорит о том, что распространение грибных инфекций в значительной степени снижает массу зерна с колоса. В отношении массы зерна с растения поражаемость первыми двумя патогенами существенно снижала ее величину. Коэффициент корреляции в обоих случаях равнялся -0.33 ($P \geq 0.95$). Стеблевая ржавчина и масса зерна с растения не были связаны достоверными коэффициентами корреляциями. Вероятно, это связано с тем, что по времени распространения и максимального развития эта инфекция влияет на продуктивность в меньшей степени и в последнюю очередь.

Установлено, что поражение мучнистой росой и бурой ржавчиной существенно коррелировало с перезимовкой сортов (табл.3). На первый взгляд указанная зависимость кажется неясной. Однако за годы работы поражение растений исследуемыми грибными болезнями начиналось еще в осенний период, что отрицательным образом сказывалось на их состоянии перед уходом в зиму и, в конечном счете, на их зимо- и морозостойкости. Отсутствие корреляций между поражением стеблевой ржавчиной и перезимовкой ($r = -0.07$) обусловлено тем, что данный патоген в наших условиях проявляет свою вредоносность только в середине лета, поэтому не влияет на перезимовку растений.

Важным представляется отсутствие сопряженности между высотой растений

и густотой продуктивного стеблестоя с поражением растений мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной. Отсутствие достоверной связи между отмеченными признаками указывает на то, что селекцию как короткостебельных, так и высокорослых сортов можно вести на устойчивость к болезням вполне эффективно. То же можно сказать и о различной плотности стояния растений. Масса 1000 зерен и поражение грибными болезнями имели слабые корреляционные связи, что указывает на возможность селекции устойчивых к патогенам крупно-

зерных сортов озимой ржи.

Установлена достоверная положительная связь между натурой зерна и поражением всеми исследуемыми патогенами, а также содержанием крахмала и наличием мучнистой росы и бурой ржавчины. Стеблевая ржавчина и крахмалистость зерна были связаны не существенно ($r=0.26$). Рост поражения мучнистой росой был сопряжен с уменьшением содержания сырого протеина в зерне, а присутствие ржавчинных грибов существенным образом не влияло на белковость.

Литература

Кобылянский В.Д. Рожь. Генетические основы селекции. М., 1982, 271 с.

Кобылянский В.Д., Королева Л.А. Селекция озимой ржи на иммунитет. Методические указания по селекции и семеноводству озимой ржи. М., 1980, 98 с.

Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Стратегия селекции озимой ржи на устойчивость

к основным вредным патогенам. /Бюлл. ВИР, 171, 1987, с.3-7.

Солодухина О.В. Генетические основы устойчивости ржи к стеблевой ржавчине. /Тез. докл. научной сессии (1-3 июля 1998 г.). Новые методы селекции и создание адаптивных сортов сельскохозяйственных культур: результаты и перспективы. Киров, 1998, с.73.

BREEDING VALUE OF RESISTANCE SOURCES FOR WINTER RYE TO A GROUP OF FUNGAL DISEASES

M.L.Ponomareva, S.N.Ponomarev

The paper presents the results of immunologic evaluation of local bred varieties and specimens of various geographic origin. Sources of resistance to powdery mildew, brown and stem rust were selected. Interrelation between these diseases and other breeding characteristics was studied. It has been revealed that the diseases result in affecting the most economically valuable features.

КУКУРУЗА, ЕЕ ДИКИЕ И КУЛЬТУРНЫЕ СОРОДИЧИ КАК ОБЪЕКТЫ ПИЩЕВОЙ АДАПТАЦИИ СТЕБЛЕВОГО МОТЫЛЬКА В СЕМЕЙСТВЕ GRAMINEAE JUSS.

Д.С.Переверзев

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В условиях Прикарпатья проведена сравнительная оценка ряда образцов кукурузы и ее ботанических сородичей из различных систематических групп на устойчивость к местной популяции стеблевого мотылька. Экспериментальный материал дифференцирован на ряд групп в зависимости от его ценности в качестве корма для вредителя и возможности реализации потенциала его размножения. Показан неоднозначный характер проявления признака устойчивости в системе настоящих злаков.

Согласно современным представлениям подсемейство Настоящие злаки - *Pooideae* A.Br. включает более 400 родов однолетних и многолетних растений, объединенных в 28 триб. При этом кукуруза и ее ближайшие ботанические сородичи входят в подтрибу Трипсакумовых (*Tripsacinae* P.Presl.) трибы Бородачевниковые - *Andropogoneae* Dum. (Цвелев, 1976; Тахтаджян, 1987). Современный центр разнообразия *Tripsacinae* находится в Мексике и Центральной Америке, отдельные роды локализованы в Южной Азии и единично - в Африке (Вавилов, 1931; Randolph, 1955; Жуковский, 1964).

На основании данных пыльцевого анализа, некоторых археологических материалов E.S.Barghoorn и др. (1954) считают, что дикие формы кукурузы вместе с одним или несколькими видами трипсакума были широко распространены на плоскогорьях Центральной и Южной Америки в период 100-80 тыс. лет до н.э.

В наибольшей филогенетической близости к кукурузе находятся американские роды *Euchlaena* Schrad. (теосинте) и *Tripsacum* L., принимавшие по-видимому участие в ее генезисе, становлении и ботанической дифференциации путем неоднократной интрогрессии зародышевой плазмы (Mangelsdorf et al., 1939; Wellhausen et al., 1957; Grobman et al., 1961). Гипотеза множественных генетических интрогрессий важна для понимания путей и закономерностей формирования древних туземных рас кукурузы и доноров

иммунитета (Horovitz, 1940; Rodriguez et al., 1964).

С течением времени в широком географическом ареале от Канады до Аргентины в результате спонтанной гибридизации и отбора сформировались основные подвиды кукурузы. Параллельно шло становление и дифференциация системы видов теосинте (Ilitis et al., 1979; Doebley et al., 1980; Хаджинов и др., 1981; Sheridan, 1982; Фадеева и др., 1988).

Старосветские сородичи (роды *Coix* L., *Polytoca* R.Br., *Trilobachne* Schenck. и др.) вместе с сорго и сахарным тростником тоже входят в трибу *Andropogoneae*, но менее близки кукурузе. Однако и здесь известны материалы по сортовой устойчивости к стеблевому мотыльку (Dicke et al., 1963). Еще значительно дальше в филогенетических связях с кукурузой находятся представители трибы Просовых (*Panicaceae* R.Br.) - просо *Panicum* L., ежевник *Echinochloe* Beauv., щетинник *Setaria* Beauv., перистощетинник *Pennisetum* Rich. и др. И уже совсем далеки от кукурузы представители иных ветвей и триб злаков, например ячмень, рис, овес (Рожевиц, 1937). Луговые кормовые злаки мы не включаем в данное исследование.

Подбор для изучения достаточно широкого круга злаковых растений обусловлен полифагией ряда видов насекомых и др. вредных агентов. Считается, что известный вредитель кукурузы стеблевой мотылек, *Ostrinia nubilalis* Hbn.,

"включает" в круг потенциальных кормовых растений около 240 видов (Переверзев и др.,1980). Параллельно известна определенная пищевая специализация популяций этого вредителя (Щеголев, 1934; Beck,1951; Шапиро и др.,1979). Некоторые исследователи связывают ее с видовым полиморфизмом мотылька (Фролов,1982).

Одним из факторов устойчивости злаков к насекомым фитофагам является наличие в тканях растений специфических продуктов вторичного обмена - циклических соединений типа бензозолинонов (Virtanen et al.,1959; Wahlroos et al.,1959; Klun et al.,1967). Значительные концентрации 6-метоксибензоксазолинонов и предшествующих им в биосинтезе аглюконов ДИМБОА обнаружены в проростках злаков (Beck et al.,1957), показаны большие сортовые различия по устойчивости к стеблевому мотыльку на основе концентраций ДИМБОА в тканях кукурузы (Притула и др.,1973; Klun et al.,1973; Переверзев и др.,1985) и сорго (Dicke et al.,1963).

Изложенные выше факты в связи с изучением проблемы пищевой адаптации стеблевого мотылька в системе злаков приводят к необходимости постановки широких сравнительных исследований по устойчивости эколого-географического разнообразия кукурузы и ее ботанических сороричей из различных систематических групп.

Род *Zea* в современном систематическом построении (Doebley et al.,1980; Bird,1982) делится на две группы, первая из которых включает гватемальское теосинте *Zea luxurians* (Durieu et Ascherson) Bird, многолетнее теосинте *Zea perennis* (Hitchc.) Reeves et Mangel. с диплоидным набором хромосом $2n=40$ и многолетнее диплоидное теосинте *Zea diploperennis* Iltis, Doebley, Guzman с диплоидным набором хромосом $2n=20$; ко второй группе относится собственно кукуруза *Zea mays* L. и мексиканская кукуруза *Zea mexicana* (Schrud.) Kuntze в виде гаммы разнообразных форм и рас. В эколого-географическом аспекте вся эта ботани-

ческая система приурочена к плоскогорьям Мексики и Гватемалы. Культурная кукуруза (маис) ныне широко распространена в обоих полушариях. К сожалению, не весь этот материал доступен для изучения.

Методика

Экспериментальная часть работы выполнена в Прикарпатье - зоне с одной генерацией стеблевого мотылька. Материалом для изучения служили: 24 образца кукурузы шести ботанических подвидов из 12 стран; 9 образцов теосинте из систематических групп с $2n=20$; 1 образец трипсакум (США); 4 образца кокис; 11 образцов сорго, включая 8 основных культурных видов и 3 диких; 3 образца африканского проса (р.*Pennisetum*); 5 образцов культурного проса; 3 образца щетинников (р.*Setaria*); 1 - ежовников (р.*Echinochloe*) и по одному отечественному районированному сорту ячменя (*v.nutans*), овса (*v.aurea*) и риса (*v.italica*). Повторность опытов трехкратная, агротехника общепринятая. Анализ материала осуществлялся по системе Р.Пайнтера (1953).

Искусственное заселение растений яйцами стеблевого мотылька осуществлялось в фазе 6-8 листьев помещением двух среднего размера кладок (около 40 яиц на одно растение) в листовую трубку. Анализ повреждения растений гусеницами стеблевого мотылька проводили по методике И.Д.Шапиро и др. (1971) через месяц после заселения.

В фазе трех листьев и одновременно с заселением растений проводили отбор проб листовой ткани на определение ДИМБОА по методу В. Long с соавторами (1974), основанному на качественной реакции ионов ДИМБОА с $FeCl_3$.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки факторов устойчивости экспериментальных растений к стеблевому мотыльку представлены в таблице.

Характеристика кукурузы и ее ботанических сородичей
по устойчивости к стеблевому мотыльку

№ка- талого ВИР	Название	Происхож- дение	Ботаниче- ские признаки*	К	h, см	Признаки растений				Выживание гусениц, шт./раст.	Ср. вес гусениц У возраста, мг	Снижение продук- тивности, %	
						Привлекатель- ность, %	Пораже- ние, балл		Концентра- ция ДИМБОА, мг/г				
							лис- ть- ев	сте- бля	фаза 3-ли- ста				фаза 8-ли- ста
<u>Кукуруза</u>													
-	Буковинский 11	Украина	п/зуб. ж.	57	242	67.9	2.1	4.1	0.524	0.904	0.8	103	42.3
-	Буковинский 35	Украина	зуб. ж.	61	231	41.1	2.2	2.3	0.536	0.656	0.5	100	25.8
5049	Грушевка	Украина	кр. ор.	61	218	41.5	1.5	4.8	0.348	0.620	1.9	111	36.8
15335	A 619	США	п/зуб. ж.	69	215	27.2	1.2	3.0	0.636	0.956	1.0	106	36.8
10451	WF 9	США	зуб. ж.	68	198	40.7	6.1	1.4	0.232	0.416	2.0	109	17.9
	550 Charles's White	США	зуб. бел.	72	312	15.1	3.0	3.3	0.740	0.644	1.2	72	8.4
2990	Кукуруза	Гватемала	зуб. бел.	69	296	38.4	2.0	3.2	0.444	0.712	1.1	80	14.7
6025	Blue Clarage	США	зуб. син.	63	299	52.4	4.1	3.8	0.580	0.620	1.3	96	27.0
6196	Northwestern	США	зуб. крас.	47	175	41.6	4.1	3.3	0.456	0.652	0.3	97	32.1
14122	Mais Black	Пакистан	зуб. пестр.	64	257	20.6	2.2	2.9	0.344	0.848	0.8	118	26.6
2940	Местная	Мексика	кр. ж.	45	168	28.5	3.0	2.7	0.796	0.960	1.0	80	48.3
5700	Местная	Швейцария	кр. кор.	56	205	22.7	2.3	2.6	0.364	0.592	1.2	104	35.0
13672	Местная	Китай	кр. крас.	64	289	15.6	1.7	2.8	0.412	0.616	0.8	77	22.2
16279	Местная	Монголия	п/зуб. ж.	53	194	28.5	3.7	2.8	0.400	0.464	0.8	87	34.7
17380	Amargo Brazifero	Аргентина	п/зуб. ж.	84	318	31.8	1.9	1.2	-	1.128	0.5	90	10.2
19811	Pasa 877	Мексика	п/зуб. пестр.	70	290	35.7	4.4	2.4	0.292	0.864	0.6	85	5.6
4823	Ириквойс	США	рис. бел.	53	189	16.6	3.3	3.5	0.852	0.400	0.2	127	59.2
6495	Kierie Mielies	ЮАР	рис. бел.	58	237	43.4	2.0	2.9	0.428	0.576	1.6	110	30.2
4847	Baby Golden	США	рис. ж.	65	232	33.3	1.0	4.9	0.452	0.604	1.5	95	36.8
10090	Кукуруза	Киргизия	рис. роз.	64	265	36.0	1.5	4.6	0.300	0.704	0.7	112	60.7
12344	Местная	Узбекистан	лоп. пестр.	56	207	31.7	2.6	1.9	0.564	0.908	0.1	113	7.3
C-279	A ₁ A ₂ CR wx	США	воск. крас.	65	228	13.8	1.5	2.5	0.942	0.560	0.6	79	20.9
C-97	Su ₁ /+ Tu	США	плеч. ж.	72	255	31.0	1.2	3.5	0.524	0.648	0.4	99	24.6
C-100	Tu/+ ; (P-RR)	США	плеч. крас.	72	236	19.0	2.5	3.7	0.692	0.432	1.4	90	22.7
<u>Теосинте</u>													
439309	<i>Zea luxurians</i>	Гватемала	мелк. т/сер.	100	259	8.9	1.5	1.0	0.500	0.524	0.0	-	69.0
439310	<i>Zea luxurians</i>	Гватемала	средн. т/сер.	100	261	26.1	1.9	1.0	0.504	0.536	0.1	71	7.7
438273	<i>Zea diploperennis</i>	Мексика	средн. т/сер.	66	241	30.3	2.3	1.8	-	-	0.2	70	51.5
439307	<i>Zea diploperennis</i>	Мексика	средн. сер.	97	243	25.0	2.2	1.4	0.520	0.432	0.0	-	20.0
265206	<i>Zea mexicana</i>	Мексика	мелк. сер.	65	225	45.4	2.3	4.3	-	0.640	2.3	107	7.9
342091	<i>Zea mexicana</i>	Мексика	средн. пестр.	97	262	32.2	1.7	4.4	0.564	0.856	0.6	64	29.8
439311	<i>Zea mexicana</i>	Гватемала	мелк. кор.	97	250	26.6	1.4	1.8	0.552	0.556	0.3	47	3.9
350978	<i>Zea mexicana</i>	Мексика	средн. пестр.	97	248	25.0	1.6	2.2	0.556	1.168	0.3	38	9.4
449493	<i>Zea mexicana</i>	Мексика	мелк. кор.	100	254	40.0	2.1	2.0	0.324	0.644	0.2	86	11.2
<u>Трипсакум</u>													
	<i>Tripsacum dactyloides</i>	США	средн. кор.		34		1.0	1.0			0.0	-	
<u>Коикс</u>													
345081	<i>Coix lacryma-jobi</i>	Аргентина	средн. сиз.	56	111	21.3	1.2	1.1	0.212	0.952	0.0	-	3.1
378027	<i>Coix lacryma-jobi</i>	Бразилия	мелк. кор.	85	179	18.4	1.8	2.6	0.532	0.620	0.1	55	4.9
270776	<i>Coix lacryma-jobi</i>	Индия	средн. сиз.	65	123	42.5	2.4	1.8	0.752	0.880	0.1	20	15.2
275125	<i>Coix lacryma-jobi</i>	Португалия	мелк. сиз.	52	107	60.0	1.7	1.7	0.184	0.320	0.2	83	2.7
<u>Сорго</u>													
1677	Кубанское красное	Россия	<i>S.caffrorum</i>	63	132	30.2	2.0	2.4	0.392	0.920	0.2	57	4.6
1795	Джугара	Узбекистан	<i>S.durra</i>	78	73	-	2.9	1.0	-	0.688	0.5	26	-
1418	Гаолян	Зап.Китай	<i>S.nervosum</i>	50	197	6.2	1.3	1.8	1.392	1.120	0.2	40	4.6
2449	Хегари	Сенегал	<i>S.bantuorum</i>	52	158	34.2	1.0	3.1	1.156	0.744	0.3	67	10.8
3043	Dwarf Shallu	Бразилия	<i>S.guineense</i>	64	199	22.7	1.6	2.5	-	0.928	0.1	40	10.5
576	Minnesota amber	США	<i>S.saccharatum</i>	75	272	6.9	1.7	1.0	1.180	1.224	0.2	38	3.3
2125	Низкое	Россия	<i>S.technicum</i>	74	226	11.7	2.0	1.2	1.272	0.528	0.2	55	1.4

154	Черноморка	Россия	<i>S.sudanense</i>	58	262	16.0	2.5	3.1	1.273	1.104	0.3	37	13.4
32	<i>S.verticilliflorum</i>	ЮАР	дикое, 2n=40	54	232	4.0	1.3	2.2	1.532	0.524	0.2	60	37.5
44	<i>S.virgatum</i>	Египет	дикое, 2n=20	46	257	7.5	1.3	2.7	1.512	0.696	0.3	102	12.7
79	<i>S.almum</i>	Аргентина	дикое, 2n=20	56	216	0.0	1.4	1.0	-	0.728	0.0	-	0.9
<u>Африканское просо</u>													
6	Остистое 214	Россия		45	209	25.0	1.2	2.4	1.144	1.104	0.4	85	13.4
195	Африканское	Куба	безостое фиолетовое	45	188	12.5	1.1	2.8	0.540	1.352	0.0	-	7.7
332	Африканское	Верхняя Вольта		62	259	16.0	1.2	4.7	1.220	1.652	0.0	-	15.1
<u>Просо</u>													
1462	Просо	Саратовская обл.	овальное	43	46	50.0	1.2	4.6	0.312	0.384	0.2	91	26.7
3008	Просо	Саратовская обл.	комовое	43	41	26.6	1.1	4.6	0.360	0.612	0.5	81	13.9
8544	Амурское	Приамурье	раскидистое	28	81	15.0	1.0	3.8	-	0.626	0.1	68	37.5
8645	Веселоподольское	Украина	развесистое	32	86	40.0	1.0	4.6	0.744	0.428	0.3	64	33.4
9216	Харьковское 25	Украина	сжатое	32	86	6.6	1.1	4.1	0.942	0.436	0.4	56	50.0
<u>Щетинники</u>													
91	Чумиза	Чехия		44	102	9.0	1.0	2.6	0.856	0.772	0.3	52	15.8
782	Чумиза	Китай		67	159	0.0	1.2	1.8	0.636	1.100	0.0	-	3.8
249	Могар желтый	Афганистан		43	109	7.2	1.4	2.6	0.942	0.796	0.1	52	23.7
<u>Ежовники</u>													
264	Пайза	Приморье		51	152	10.7	1.1	1.4	0.943	0.568	0.3	31	18.4
<u>Серые хлеба</u>													
26864	Ячень Одесский	Украина	<i>v.nutans</i>	43	71	7.0	1.1	2.6	0.876	0.900	0.1	27	32.0
11753	Овес Черниговский	Украина	<i>v.aurea</i>	45	87	5.0	1.0	0.5	1.304	0.700	0.0	-	2.3
<u>Рис</u>													
5874	Спальчик	Кубань	<i>v.italica</i>	69	49	35.0	1.7	1.4	1.040	0.740	0.0	-	8.3

*Цвет, консистенция, вид и др. К - количество дней до выметывания, h - высота растений, см.

По признаку естественной привлекательности растений для откладки яиц самками стеблевого мотылька группы культурной кукурузы и теосинте близки между собой - средние показатели составили соответственно 31.4% и 28.8%. Наименее привлекательны были позднеспелый зубовидный сорт США Charle's White (к-550) - 15.1%, близки к нему Местная кремнистая красная (к-13672) из Китая - 15.6%, а также американская рисовая белая Ириквойс (к-4823) - 16.6% и восковидная красная с-279 - 13.8%. Среди теосинте по этому признаку заметно выделился образец И-439309 из Гватемалы - 8.9%. Наиболее привлекали мотылька Буковинский 11 ТВ - 67.9%, Blue Clarage (США) - 52.4%, а из мексиканской кукурузы - форма Чалко (И-265206) - 45.4%. По степени повреждения листьев и стеблей от питания гусениц стеблевого мотылька при искусственном заселении кукуруза в целом оказалась менее устойчива: среднее повреждение листьев 2.53

балла, стеблей - 3.08 балла. У теосинте соответствующие показатели составили 1.89 и 2.21 балла. Однако в каждой группе имело место значительное варьирование признаков по повреждению как стеблей, так и листьев, что позволило выделить формы с высокой комплексной устойчивостью как генетические источники иммунитета. К их числу относятся известный аргентинский сорт Amargo к-17380 и несколько уступающая ему Местная пестрая из Узбекистана к-12344. Среди теосинте больше генетических источников устойчивости: очень высоки показатели гватемальской группы, немного уступают им многолетние диплоидные формы, а также *v.huehuetenango* (И-439311) и раса Бальсас (И-350978 и 449493). В то же время форма Чалко (И-265206) и раса Центрального плато (И-342091) характеризовались очень сильным повреждением стеблей. По количеству фактора листовой устойчивости ДИМБОА обе группы в среднем очень

близки между собой, закономерно повышая его концентрацию к фазе 8-го листа до 0.670-0.720 мг/г в среднем.

В то же время отдельные представители характеризовались очень высокими показателями: у донора Amargo - 1.128 мг/г, местной расы кукурузы Мексики (к-20435) - 1.224 мг/г, расы теосинте Баллас (И-350978) - 1.168 мг/г.

Выживаемость вредителя на культурной кукурузе была выше и в среднем составила 0.93 особи на 1 стебель против 0.44 у теосинте. Так же сильно (в полтора раза) различался и средний вес взрослых гусениц стеблевого мотылька: 96.4 мг и 68.8 мг, то есть потенциал размножения вредителя на культурной кукурузе заметно выше. По признакам поражения растений пузырчатой головней, корневыми гнилями, ломкости стебля - "первенство" также за кукурузой маисовой; растения теосинте в целом были более привлекательны для шведской мухи (24% против 14%) и сильно поражались ржавчиной *Puccinia sorghi* Schw. По урожаю зерна и зеленой массы теосинте сильно уступало кукурузе: зерно теосинте созрело лишь на 1-2 образцах, тогда как средний урожай зерна кукурузы по группе составил более 43 ц/га. Средний урожай зеленой массы кукурузы превысил 620 ц/га, а теосинте - 264 ц/га. По выносливости растений к повреждению стеблевым мотыльком обе группы близки: среднее снижение урожая зеленой массы составило 21-23%, снижение высоты поврежденных растений 4.5-6.3%.

Род трипсакум в изучении был представлен всего одним образцом из США с низкой полевой всхожестью, поэтому его изучение ограничилось констатацией очень слабого повреждения листьев и стеблей гусеницами 1 и 2-го возрастов - 1 балл.

Для старосветского рода коикс характерна значительная амплитуда показателей по привлекательности (18.4-60%) и довольно высокая в целом листовая и стеблевая устойчивость растений к стеблевому мотыльку при очень слабой выживаемости последнего и низком потенциале его размножения. Поражение

шведской мухой, ржавчиной, ломкость стеблей - на среднем уровне. Средний урожай зеленой массы 124 ц/га при снижении этих показателей у поврежденных мотыльком растений на 6.5%.

Род сорго был представлен более полно как по количеству изученных сортов-образцов, так и по ботаническому составу. Средняя привлекательность образцов для стеблевого мотылька была значительно ниже и составила всего 13.9%. При этом дикий вид *S.almum* совершенно не привлекал бабочек мотылька, а по признакам листовой и стеблевой устойчивости занял первое место в группе. Низкопривлекательны также были гаолян к-1418 (6.2%), сахарное сорго из США к-576 (6.9%), дикий вид *S.verticilliflorum* из ЮАР - 4% и т.д. Как генетические источники комплексной устойчивости к стеблевому мотыльку мы выделили для этого ботанического ряда гаолян к-1418, *Minnesota amber* к-576, Низкое к-2125, а также упомянутый выше дикий вид *S.almum*. Значительное повреждение стеблей отмечено у растений Хегари к-2449 и сорго суданского к-154. По динамике ДИМБОА для сорго характерно более раннее его накопление в фазе 3-х листьев и последующее более или менее выраженное снижение к фазе заселения мотыльком. У ряда форм сорго концентрация ДИМБОА в листьях превышала высокий уровень 1.5 мг/г зеленой массы. Выживаемость и потенциал размножения вредителя на сорго близки аналогичным показателям рода коикс. Урожай зеленой массы был выше и в среднем превысил 250 ц/га. Снижение урожая зеленой массы от повреждения растений гусеницами стеблевого мотылька около 10%. Значительное повреждение ржавчиной (71%).

Африканское просо тоже не очень привлекало самок стеблевого мотылька (17.8% в среднем). Для его достаточно высокорослых растений характерны очень высокая листовая устойчивость, детерминируемая высокой же концентрацией ДИМБОА в фазе заселения, и значительно более заметное повреждение стеблей. Потенциал размножения

вредителя на уровне сорго (чуть ниже выживаемость, но выше средний вес гусениц пятого возраста). По урожаю зеленой массы уступает сорго, а снижение урожая и высоты поврежденных растений близки показателям сорго. Сильное повреждение ржавчиной, заметная ломкость стеблей (более 21%).

Вид культурного проса по привлекательности для имаго стеблевого мотылька занимает в целом промежуточное положение между кукурузой и сорго, вслед за родом коикс нарушая проявление устойчивости растений к вредителю по принципу ботанической близости их к кукурузе: средний показатель заселенности естественной популяцией 27.6%. Наименее привлекательно было Харьковское 25-6.6%, за ним следует Амурское местное - 15%. Различия в повреждении от питания гусениц у листьев и стеблей проса еще более выражены, чем у *Pennisetum*: очень высокая листовая устойчивость (но на фоне весьма умеренных показателей ДИМБОА) и очень сильное у всех образцов повреждение стеблей. Как следствие этой закономерности - более высокая выживаемость гусениц (0.3 особи на стебель), достаточный средний вес взрослых гусениц (72 мг), заметная ломкость стеблей (16.4%), сильное снижение урожая зеленой массы (более 30%) и высоты растений (19.8%).

Для группы щетинников (чумиза, могогар) и ежовников (пайза) характерны низкая привлекательность растений (у чумизы из Китая к-782 привлекательность 0% на фоне концентрации ДИМБОА 1.100 мг/г), слабое повреждение листьев, слабое или среднее повреждение стеблей. Потенциал размножения вредителя невысок. Среднее снижение урожая зеленой массы 14-18%. Сильное повреждение растений ржавчиной.

Ячмень, овес, рис наиболее далеки от кукурузы. Высокие показатели их устойчивости подтверждают слабую относительную связь со стеблевым мотыльком в качестве его кормовых растений или экологической ниши. Выживаемость и потенциал размножения вредителя крайне низки. Проявления реакций анти-

биоза особенно заметны на овсе. Характер динамики ДИМБОА близок таковому у сорго.

Таким образом, в результате сравнительного изучения по устойчивости к стеблевому мотыльку показана существенная неравноценность различных групп злаков в качестве кормовых растений. Поскольку эксперименты проводились с "кукурузной расой" фитофага, корректно принять маис в качестве кормового растения за оптимальный вариант реализации потенциала размножения вредителя. Все остальные изученные злаки по отношению к кукурузе могут быть распределены в 3-4 детерминантные группы, характеризующие широту пищевой специализации стеблевого мотылька. По-видимому, за пределами его "полифагии" находится группа 1, в состав которой входят колосовые тонкостебельные злаки овес, ячмень и рис. Питание на них возможно, но малоэффективно, потенциал размножения крайне низок, вид в угнетенном состоянии. Близки к ним по типу ответной реакции фитофага трипсакум, ряд щетинников и ежовников. Вторая группа, по нашему мнению, объединяет коикс, ряд видов сорго и африканское просо. На них потенциал размножения вредителя выше, чем в группе 1, но еще далек от оптимального. Граница между группами 1 и 2 имеет принципиальное значение и может быть обозначена как стратегическая в успехе адаптации фитофага в системе злаков. В группу 3 входят более повреждаемые виды сорго, просо посевное (очень сильное повреждение стеблей), отдельные виды теосинте. Здесь условия для размножения близки к оптимальным, уступают в среднем только кукурузе. Граница между группами 2 и 3, видимо, разделяет популяции стеблевого мотылька по степени проявления олигофагии. В группу 4 вместе с кукурузой входят отдельные формы теосинте.

Устойчивые к стеблевому мотыльку образцы обнаружены в каждой из групп изученных культур. Однако, если для группы 1 это устойчивость высокого таксономического ранга, то на другом флан-

ге, среди кукурузы, выделены лишь отдельные устойчивые генотипы. Проявление устойчивости не всегда прямо коррелирует со степенью филогенетической близости видов с кукурузой, что, очевидно, свидетельствует о сложном и неоднозначном характере становления и эволюции признаков устойчивости растений к фитофагам в семействе злаков. Широкое

ботаническое и эколого-географическое распространение устойчивости образцов на основе ДИМБОА-фактора может свидетельствовать о наличии более древних связей консументов с их растениями-хозяевами из различных ботанических семейств по крайней мере в пределах порядка Poales, а возможно и шире.

Литература

Вавилов Н.И. Мексика и Центральная Америка как основные центры происхождения культурных растений Нового Света. /Тр. по прикл. ботан., генетике, селекции, 26, 3, Л., 1931, с.135-199.

Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Л., 1964, с.176-210.

Пайнтер Р. Устойчивость растений к насекомым. М., 1953, 442 с.

Переверзев Д.С., Шапиро И.Д. Радикальная защита от стеблевого мотылька. /Защита растений, 12, 1980, с.28-32.

Переверзев Д.С., Казымова Е.М. Биохимическая оценка устойчивости кукурузы к стеблевому мотыльку в онтогенезе растений. /С.-х. биология, 4, 1985, с.65-70.

Пругула Г.И., Шапиро И.Д. Об устойчивости растений кукурузы к стеблевому мотыльку и другим вредным агентам. /С.-х. биология, 2, 1973, с.279-285.

Рожевиц Р.Ю. Злаки. М., 1937, 638 с.

Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л., Наука, 1987, 439 с.

Фадеева Т.С., Шмаряев Г.Е. Генетика культурных растений: кукуруза, рис, просо, овес. Л., 1988, 272 с.

Фролов А.Н. Особенности дифференциации популяций стеблевого мотылька в географическом и пищевом аспектах. /Бюлл. ВИЗР, 53, 1982, с.29-33.

Хаджинов М.И., Щербак В.С. Современное состояние учения о происхождении и эволюции кукурузы. /С.-х. биология, 4, 1981, с.530-540.

Цвелев Н.Н. Злаки СССР. Л., 1976, 788 с.

Шапиро И.Д., Переверзев Д.С., Шура-Бура Г.Б. Методические указания для оценки полевой устойчивости кукурузы к стеблевому мотыльку. Л., ВИЗР, 1971, 16 с.

Шапиро И.Д., Переверзев Д.С., Хроменко А.С. О характере пищевых связей стеблевого мотылька в условиях Центральной лесостепи Украины. /Экология, 3, 1979, с.75-79.

Щеголев В.Н. Кукурузный мотылек. Хозяйственное значение, экология, система мероприятий. Л., 1934, 63 с.

Barghoorn E.S. et al. Fossil from the Valley of Mexico. /Bot. Mus. Harvard Univ., 16, 1954, p.229-240.

Beck S.D. Nutritional aspects of host-plant resistance to european corn borer. /Proc. 16-th Ann. Meeting Ass. Econ. Entom., 6, 1951, 58 p.

Beck S.D., Kaske E.T., Smissman E.E. Quantitative estimation of the resistance for 6-methoxybenzoxazolinone in corn tissue. /J. Agr. and Food Chem., 5, 1957, p.933-935.

Bird R.McK. Systematics of Zea and the selection of experimental material. /Maize for biological Research, USA, Univ. N. Dacota, 1982, p.341-350.

Dicke F.F., Atkins R.E., Pesho G.R. Resistance of sorghum varieties and hybrids to the european corn borer. /Iowa State J. of science, 37, 3, 1963, p.247-257.

Doebley J.F., Iltis H.H. Taxonomy of Zea (Gramineae). A subgenetic classification with key to taxa. /Amer. J. Bot., 67, 6, 1980, p.982-993, 994-1004.

Grobman A., Salhuana W., Sevilla R. Races of maize in Peru. /Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Council. Washington, 1961, 374 p.

Horovitz S., Marchioni A.H. Herencia de la reasistencia a la langosta el maiz "Amargo". /Ann. Inst. Fitotic. Santa Catalina, 2, 1940.

Iltis H.H., Doebley J.F., Guzman R.N., Pazy B. Zea diploperennis (Gramineae): A new teosinte from Mexico. /Science, 203, 4376, 1979, p.186-188.

Klun J.A., Tipton C.L., Brindley T.A. 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one (DIMBOA), an active agent in resistance of maize to the european corn borer. /J.Econ. Entom., 60, 6, 1967, p.1529-1533.

Klun J.A. et al. An evaluation of resistance of 41 corn inbred lines to the european corn borer by chemical analysis of the plant tissues. /Report of the Intern. project on O.nubilalis, Budapest, 1, 1973, p.104-108.

Long B.J. et al. Rapid procedure for estimating cyclic hydroxamate (DIMBOA) concentration in maize. /Crop Sci., 14, 1974,

Mangelsdorf P.C., Reeves R.G. The origin of Indian corn and its relatives. /Texas Agr. Esp. Sta. Bull., 574, 1939, p.8-315.

Randolph L.F. History and origin of corn. 2. Cytogenetic aspects of origin and evolutionary history of corn. /Corn and Corn Improvement, Acad. Press, N.Y., 1955, p.19-54.

Rodriguez A., Avila G. Tripsacum factor de variabilidad genetica. Univ. Cochabamba Bol., 1964.

Sheridan W.F. Maize for biological Research. U.S. Univ. N. Dacota, 1982, 434 p.

Virtanen A.I., Hietala P.K., Wahlroos O. An-

timicrobial substances in cereals and fodder plants. /Arch. Biochem. and Biophys., 69, 1957, p.486-500.

Virtanen A.I., Hietala P.K. On the structures of the precursors of bensoxasolinone in rye seedlings. /Suomen Kemist., 32, 5-6, 1959, 138 p.

Wahlroos O., Virtanen A.I. The precursors of 6-methoxybenzoxazolinone in maize and wheat plants, their isolation and some of their properties. /Acta Chem. Scandin., 13, 9, 1959, p.1906-1908.

Wellhausen E.J., Fuentes A.O., Hernandez E. Races of maize in Central America. /Nat. Acad. Sci., Washington, 1957, 127 p.

CORN, ITS WILD AND CULTIVATED RELATIVES OF THE FAMILY
GRAMINEAE AS OBJECTS FOR FOOD ADAPTATION OF CORN BORER
D.S.Pereverzev

Resistance of corn and its relatives from different genera to corn borer proved to be widespread both from eco-geographic and botanical viewpoints. The complex nature of resistance symptoms, different food value and accessibility of various cereal species as food sources and their influence on the pest fecundity are demonstrated.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ И РЕТАРДАНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР

(Обзор литературы)

И.А.Прищепа

Белорусский НИИ защиты растений, Минск, Прилуки

Показано влияние минеральных удобрений на эффективность пестицидов и ретардантов, применяемых на посевах зерновых колосовых культур. Отражена роль азотных удобрений, вносимых для внекорневой подкормки растений совместно с пестицидами и ретардантами. Рассмотрены вопросы приготовления и применения жидких минеральных удобрений в баковых смесях с химическими средствами защиты растений. Особое значение придается экологической и экономической целесообразности совместного применения минеральных удобрений и пестицидов, показана их роль в формировании урожая и качества зерна.

Введение

Минеральные удобрения определяют качественный уровень и эффективность современного земледелия, обеспечивая получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Однако стратегия достижения максимального урожая, базирующаяся в основном на постоянном увеличении доз минеральных удобрений без совершенствования технологии их применения, привела к ухудшению экологической обстановки и снижению эффективности. Поэтому продолжает оставаться актуальной задача повышения эффективности минеральных удобрений (Соколов, Семенов, 1992). Интенсивная технология возделывания зерновых культур предполагает применение средств защиты растений в едином комплексе с минеральными удобрениями. Это позволит создать оптимальные условия для роста культурных растений, обеспечив более полное использование питательных веществ удобрений и почвы (Груздев и др., 1985; Ладонин, 1989).

Минеральные удобрения, особенно азотные, изменяют засоренность посевов и оказывают существенное влияние на численность и вредоносность фитофагов (Самерсов и др., 1986). Они способствуют росту как культурных растений, так и сорняков. При этом конкурентоспособность тех и других зависит от видов растений, их биологических особенностей. Азотные удобрения играют определяю-

щую роль и в формировании урожая зерна и его качества. Их влияние на растения определяется условиями окружающей среды и генетическими особенностями культуры. Поэтому увеличение урожая может происходить в одних случаях при дозе азота 50-60 кг/га, в других - при 100 и более (Rachon, 1994). Возможно и отрицательное воздействие минеральных удобрений на состояние растений. Распространено мнение, что под влиянием минеральных удобрений увеличивается вредоносность вредных организмов, что ведет к многократным обработкам посевов пестицидами (Танский и др., 1992). Изменяется также устойчивость растений к болезням (Юрина и др., 1997) и вредителям (Зазимко и др., 1987). Внекорневые азотные подкормки озимых зерновых в весенне-летний период увеличивают пораженность растений корневыми гнилями (Гаврилов и др., 1992). В условиях Белоруссии ограничивающим фактором дальнейшего роста урожая ячменя при увеличении доз азота более 80-90 кг/га выступает сильная пораженность листового аппарата растений сетчатой пятнистостью, ринхоспориозом, усиливающаяся с увеличением доз азотных удобрений (Лимантова и др., 1987). Получению высоких урожаев зерновых культур препятствует полегание растений, которое значительно возрастает при повышении уровня мине-

рального питания. Потери зерна от полегания достигают 25-40%, а в отдельные годы даже 60% возможного урожая (Докучкин, 1995).

С ростом доз минеральных удобрений без применения средств защиты растений увеличиваются потери урожая от сорняков, вредителей и болезней, а также от полегания посевов, что приводит к необходимости увеличивать количество пестицидов и ретардантов. Эффективность химического метода борьбы с вредными организмами во многом определяется условиями питания культуры. Однако, применение удобрений и пестицидов хотя и направлено на повышение урожая культурных растений, все же имеет разные цели. Если в результате внесения удобрений непосредственно повышается урожай возделываемых культур, то пестициды направлены на уничтожение вредных организмов. Действительно, если применяются высокие дозы минеральных удобрений, особенно азотных, и одновременно не применяются меры по ликвидации сорняков в посевах, то значительная часть внесенных питательных веществ окажется потребленной не культурными, а сорными растениями, и урожай не достигнет заданных величин (Ладонин, 1986, 1991). Известно также, что применяемые пестициды воздействуют на культурное растение, изменяют величину и качество урожая в зависимости от обеспеченности растений элементами минерального питания (Прищепа, Самерсов, 1978; Груздев и др., 1984; Селиванов и др., 1985). Например, фунгициды, повышая интенсивность использования удобрений, стимулируют рост и развитие растений (Манукян, 1992). Внесение удобрений на посевах зерновых культур обеспечивает до 50% прибавки урожая, своевременная и правильная защита от вредных организмов добавляет еще 20-30% (Путинцев, 1993).

Применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений требует изучения взаимодействия этих двух приемов химизации. Минеральное питание влияет на развитие растений, на накопление вредной и полезной энтомо-

фауны и, следовательно, на эффективность пестицидов. Пестициды влияют также на использование питательных веществ из удобрений (Черенков и др., 1995). Пестицидно-минеральные смеси, нарушая связи, сложившиеся между паразитами и растениями-хозяевами, изменяют устойчивость растений к патогенам (Гаврилов и др., 1992). Кроме того, использование пестицидно-удобрительных смесей связано с рядом трудностей при их приготовлении и применении.

Взаимодействие различных препаратов при их совместном применении может происходить до поступления в растение и внутри растений. При этом могут изменяться (Танский и др., 1995) биологическая эффективность пестицидов и их влияние на продуктивность растений. Поэтому необходимо знать особенности действия химических средств защиты растений и минеральных удобрений на вредные организмы и культурные растения. Следует учитывать также, что урожайность является слагаемой величиной от одновременного действия нескольких факторов: полегания посевов, засоренности участка, поражения растений вредителями и болезнями. Поскольку устранение одного из них на фоне высоких доз удобрений не дает полного результата, приходится использовать несколько смесей препаратов. Разумное внесение минеральных удобрений, особенно азотных, в едином комплексе мероприятий по защите растений является одним из обязательных и экологически безопасных приемов. Зачастую пестициды в сочетании с удобрениями на продуктивность растений действуют эффективнее, чем каждый из этих элементов в отдельности. Именно поэтому в интенсивных технологиях возделывания зерновых культур необходимо предусматривать комплексное применение удобрений, пестицидов и регуляторов роста растений (Неун, 1991). Литературные сведения по оценке влияния минеральных удобрений на эффективность пестицидов в посевах зерновых культур часто имеют противоречивый характер. Это связано с тем, что исследования проводились в разных поч-

венно-климатических зонах, применялись разные формы удобрений. В обзоре показано влияние минеральных удобрений, особенно азотных, и способа их вне-

сения на эффективность пестицидов в борьбе с вредными организмами и на продуктивность зерновых колосовых культур.

Эффективность пестицидов и ретардантов на фоне разной обеспеченности растений элементами минерального питания

Правильно подобранные органические и минеральные удобрения, повышая выносливость растений, ограничивают влияние вредителей и болезней. Например, фосфорно-калийные удобрения, укрепляя механическую ткань стеблей и листьев озимой пшеницы, повышают устойчивость растений к вредителям и болезням (Старостин, Танский, 1987). Сбалансированные минеральные удобрения в сочетании с органическими удобрениями и микроэлементами делают неблагоприятными условия для развития сосущих насекомых (тлей, цикадок, клопов). Несбалансированные по азоту удобрения, наоборот, способствуют размножению тлей, развитию ржавчины и мучнистой росы, а также многих сорняков.

Внесение повышенных доз минеральных удобрений под ячмень снижает вредоносность шведских мух на 13-25%, создает благоприятные условия для развития растений, а также повышает компенсаторные способности поврежденных растений (Самерсов, Прищепа, 1987). Уровень минерального питания растений оказывает также определяющее влияние на размножение трипсов. Это связано с тем, что на повышенном фоне минерального питания ускоряется прохождение растениями уязвимых этапов органогенеза, что затрудняет питание трипсов и снижает их плодовитость. Плодовитость тлей на растениях ячменя на 71% связана с обеспеченностью растений элементами минерального питания (Самерсов, Прищепа, 1976). С увеличением доз минеральных удобрений происходит сдвиг обменных процессов в сторону синтеза сахаров и белков, что создает неблагоприятные условия для питания сосущих насекомых.

Видовой состав сорных растений в посевах ячменя не зависит от фона минерального питания растений. Изменяется

только количественное соотношение отдельных видов и общая засоренность посевов (Прищепа, 1986). В сухие годы с увеличением фона минерального питания засоренность посевов возрастает в 1.9-2.6 раза. Во влажные годы, наоборот, с повышением фона питания растений засоренность посевов достоверно снижается. Избыток влаги в сочетании с высоким фоном питания усиливает конкурентную способность культуры, что снижает численность сорняков. На фоне полного минерального удобрения в сообществе малолетних сорняков заметно уменьшается по сравнению с неудобренным фоном доля горцев, фиалки полевой, пастушьей сумки. При этом возрастает доля пикульника и мари белой (Захаренко, 1997). Биологическая эффективность пестицидов в борьбе с сорняками и вредителями не зависит от фона питания.

Величина урожая и содержание белка в зерне ячменя с увеличением доз минеральных удобрений, вносимых в почву, закономерно повышаются. Под влиянием пестицидов качественный и количественный состав белков зерна ячменя не изменяется. Метеоусловия вегетационных периодов оказывают определяющее влияние на качество белков ячменя (Самерсов и др., 1988, 1995). Аналогичная закономерность отмечена для озимой ржи (Самерсов и др., 1981). Под влиянием удобрений и обработок посевов ячменя против сорняков, болезней и полегания урожайность повышалась на 11-15 ц/га (Жуков и др., 1992). Одновременно возрастало процентное содержание белка в зерне и сбор его с урожая.

В Великобритании основной фактор роста урожайности ячменя - азотные удобрения (160-200 кг/га) в сочетании с использованием ретардантов и фунгицидов. Урожай ячменя при трехкратном опрыскивании посевов фунгицидами и

применении ретарданта составил 91.8 ц/га при 59.7 ц/га в контроле (Jordon, Stinchcombe, 1987). Гербициды на фоне $N_{118}P_{160}K_{90}$ создают наиболее благоприятные условия для получения максимальных урожаев (Смирнов и др., 1986).

Предпосевное внесение азота - самый существенный фактор в повышении урожайности зерновых культур, поскольку прибавка урожая от азота составляет половину от суммарного действия полного минерального удобрения (Соколов, Семенов, 1992). Оказывая существенное влияние на формирование продуктивного стеблестоя, азотные удобрения определяют величину урожайности зерновых, особенно озимых. Наибольшая прибавка урожая от внесения азота у озимого ячменя - 88%, у озимых ржи и пшеницы - 63%. Менее эффективно воздействует азот на продуктивность озимого тритикале - 55% (Голуб, 1996). Эффективность азотных удобрений в зависимости от почвенно-экологических условий меняется в пределах 26-41%. В абсолютных величинах окупаемость 1 кг азота колеблется от 3.9 до 5.3 кг зерновых единиц. Дальнейшее увеличение доз азотных удобрений за счет применения внекорневых подкормок либо не влияет на урожайность, либо незначительно повышает ее. Эффективность удобрений зависит от засоренности посевов и, как следствие, от качества химической прополки (Докучаева, 1997). Одна и та же доза удобрений может обеспечивать значительный прирост урожая, если она используется в комплексе со средствами защиты растений. Это объясняется тем, что культурные растения, не испытывая на себе конкурирующего действия сорняков, более энергично используют питательные вещества удобрений и почвы и формируют более высокий урожай зерна.

Величина дополнительного урожая зерна яровой пшеницы в результате комплексного применения средств защиты растений может составлять до 27% от общей прибавки урожая и зависит в основном от уровня обеспеченности растений азотом (Долматов, 1993, 1993а). В отдельных случаях уровень азотного пита-

ния растений не оказывает существенного влияния на урожайность зерна. Прибавки урожая ячменя от пестицидов были значительно больше, чем от азотного удобрения (Синицына, 1991). Увеличение дозы азота со 100 до 140 кг/га не привело к повышению урожая яровой пшеницы, если не проводили борьбу с вредителями и болезнями. Суммарные потери от болезней при этом оценивались в 75%, а от вредителей - 25% (Wiik, Larsson, 1988). На фоне N_{140} при проведении интенсивных химических обработок урожай повышался на 19 ц/га.

Озимая рожь - одна из основных продовольственных и кормовых культур. Рожь требовательна к условиям выращивания и более отзывчива на внесение минеральных удобрений в сочетании с другими средствами химизации (Костылева и др., 1992). Внедрение в сельскохозяйственное производство короткостебельных сортов озимой ржи позволяет получать 40-60 ц/га зерна. Новые сорта хорошо реагируют на внесение азотных удобрений. Увеличение доз азота от 40 до 120 кг/га способствует повышению урожайности с 34 до 46 ц/га. Однако применение повышенных доз удобрений при возделывании озимой ржи приводит к усилению роста сорняков, развитию болезней и вредных насекомых (Филиппова, Назарова, 1991).

Эффективность удобрений значительно возрастает при их комплексном применении с пестицидами и регуляторами роста. За счет применения средств защиты растений в различные периоды вегетации озимой ржи на фоне возрастающих доз азотных удобрений (60-120 кг/га) формируется от 50 до 70%, а в благоприятные годы - до 80% прибавки урожая (Пасынков, 1993). Причем изменения в биохимическом составе зерна озимой ржи зависят в основном от уровня азотного питания. Определяющим фактором повышения урожайности озимой ржи является применение фунгицидов в борьбе с болезнями на фоне азотных удобрений. В годы, характеризующиеся сильным распространением корневых гнилей, урожайность озимой ржи составляла 55.6 ц/га при 47.5 ц/га в

варианте без фунгицида (Becker, Bruckner, 1985). Не рентабельны затраты на применение гербицидов и ретардантов без использования азота и фунгицидов (Трушкин, 1991).

Величина сохраненного урожая озимой пшеницы при применении фунгицидов находится в прямой зависимости от уровня минерального питания растений (Rachon, 1994). Например, при одинаково высокой биологической активности тилта достоверные прибавки урожая получены только там, где была применена сбалансированная по элементам система питания. Этот важный в практическом отношении вывод позволяет объяснить случаи невысокой отдачи от применения тилта в производственных условиях (Зазимко, 1995).

Урожай и качество зерна озимой пшеницы изменяется в зависимости от уровня минерального питания. Прибавки за счет удобрений в зависимости от года колебались от 4.8 до 12.4 ц/га (Доманов, 1995). Применение удобрений и средств защиты растений увеличило урожай по сравнению с контролем на 75.2-77.9%, а уровень его составил 48.7-63.9 ц/га. Под действием ТУРа урожайность зерна возрастала на 4.8-8.6 ц/га, тилт увеличивал урожай на 2.2-4.3 ц/га, а совместное их применение - на 5.9-10.2 ц/га. По данным СибНИИСХ (Ионин, 1995), при урожайности озимой пшеницы 56-64 ц/га прибавки урожая по отдельным факторам распределялись: минеральные удобрения - 4.1 ц/га, обработка почвы и семян - 11.6, гербициды - 3.7, инсектициды - 3.1, фунгициды - 5.3 и ретарданты - 2.6 ц/га. Аналогичные данные получены при применении минеральных удобрений совместно со средствами защиты растений на озимой пшенице на юге Казахстана (Аубакиров, 1993). Комплексное применение удобрений, пестицидов и ретардантов может повышать урожайность озимой пшеницы на 36-40 ц/га при средней урожайности зерна 66-72 ц/га (Алиев, 1990). При этом коэффициент использования азота из удобрений возрастает с 16 до 47%. Кроме того, комплексное применение средств химизации,

обеспечивая получение высоких урожаев зерна, одновременно способствовало более полному использованию питательных элементов удобрений культурными растениями, не допуская загрязнения окружающей среды. Применение удобрений, ретардантов и пестицидов значительно улучшало экономические показатели производства зерна. Дифференцированный подход к применению удобрений и пестицидов в ресурсосберегающей технологии обеспечивает не только высокую урожайность озимой пшеницы (82-92 ц/га), но и максимальной чистой доход - на 107-416 марки/га больше, чем при интенсивной технологии (Kuhimann, Heitefub, 1987).

Обобщение результатов исследований, полученных в разных климатических зонах, показало, что внесение минеральных удобрений оказывает определяющее влияние на величину и качество урожая зерновых колосовых культур. Однако, эффективность минеральных удобрений в формировании продуктивного потенциала зерновых культур существенно зависит от почвенно-климатических особенностей зоны и, конкретно, от сложившихся погодных условий. Сбалансированное применение минеральных удобрений способствует повышению устойчивости растений к вредителям и болезням. Зерновые культуры, особенно озимая рожь, способны успешно конкурировать с сорной растительностью за основные элементы питания. Минеральные удобрения, особенно азотные, определяют величину и качество урожая (Suwara, Gawronska-Kulesza, 1997). Поэтому их внесение на основании результатов почвенной диагностики и последовательное дифференцированное применение средств защиты растений с учетом особенностей вегетационных периодов позволяет защитить посевы зерновых колосовых культур от вредных организмов и полегания, обеспечивая значительный прирост урожая независимо от почвенно-климатических условий. Биологическая эффективность пестицидов под влиянием минеральных удобрений достоверно не изменяется (Танский и

др.,1995). Биологическая эффективность пестицидов больше зависит от климатических и погодных условий, сортовых особенностей и общей технологии возделывания культуры, чем от удобрений,

вносимых в почву. Дифференцированный подход к комплексному применению удобрений, пестицидов и ретардантов приводит к значительному повышению урожайности всех зерновых культур.

Роль внекорневой подкормки зерновых колосовых культур в повышении эффективности пестицидов и ретардантов

Роль удобрений как физиологически активных соединений проявляется при условии достижения гармонического соответствия между их содержанием в почве и физиологической потребностью растения на протяжении всего жизненного цикла. За счет применения удобрений, с одной стороны, обеспечивается необходимый для формирования урожая запас доступного азота в почве, а с другой, - осуществляется оперативный контроль за режимом азотного питания растений на разных стадиях онтогенеза. Внесенные в почву азотные удобрения подвергаются различным превращениям, приводящим к уменьшению запасов минерального азота и снижению их эффективности. Азотные удобрения по степени их доступности растениям располагаются в следующей последовательности: $N_c > N_{ск} = N_{скц} > N_a > N_{aa} > N_m > N_x$, то есть преимущественно используется растениями азот нитратных форм удобрений по сравнению с аммонийными.

Для формирования урожая озимых зерновых культур, особенно пшеницы с высоким содержанием белка, необходимо, чтобы азот удобрений поступал в растение в течение более продолжительного времени. Однако в момент формирования урожая действие азотного удобрения, внесенного в почву, сведено до минимума. Поэтому для повышения содержания белка в зерне эффективным приемом является проведение внекорневых подкормок (Соколов,Семенов,1992).

Подкормку зерновых культур азотом и другими макро- и микроудобрениями можно совмещать при совпадении сроков их применения с различными пестицидами и ретардантами. В качестве азотного удобрения в основном используют растворы мочевины или аммиачной селитры. Азотные удобрения могут также

применяться в виде сухих туков. Для подкормки озимых в сухую погоду используют аммиачную селитру, а при влажной почве - мочевины. При поздних азотных подкормках, проводимых на хорошо развитом стеблестое, могут быть внесены любые из названных форм азота в виде сухих туков (Иванов, Ненайденко,1993). Внекорневые подкормки, как известно, основаны на способности химических веществ проникать в растительный организм через поверхность листьев. При однократном внесении азотных удобрений ($N_{80}-N_{160}$) на посевах озимой пшеницы весной в фазу полного кущения прибавки урожая колебались от 25 до 36 ц/га при урожае в контроле 56 ц/га (Widdowson,Penny,1985). Поздние внекорневые подкормки пшеницы во многих случаях не приводят к росту урожайности, но увеличивают содержание в зерне белка и клейковины, улучшают посевные качества семян (Козьявина, Подоплелов,1994; Bremner,1995; Barraclough, Haynes,1995,1996). В то же время внесение азота перед колошением способствует полеганию растений. Противостоять этому помогает обработка посевов регулятором роста. Ретарданты на фоне усиленной азотной подкормки стимулируют образование дополнительных корней, что положительно сказывается на урожае и качестве зерна (Klasen,1986).

В современных технологиях возделывания озимой пшеницы важным элементом регулирования азотного питания служит рациональное использование микроудобрений. Недостаточная обеспеченность растений микроэлементами может быть одной из причин, ограничивающих возможность формирования высоких показателей качества зерна при увеличении продуктивности посевов. Наиболее эффективные и технологичные

способы применения микроэлементов на озимой пшенице - предпосевная обработка семян и совместное внесение с внекорневыми азотными подкормками (Шаббаева и др.,1993). Внекорневая подкормка посевов озимой пшеницы смесями мочевины с микроэлементами (молибде-ном и цинком) способствует более эффективному использованию азота подкормок и получению сильного зерна (Буторина и др.,1993; Феофанов,1993; Grzywnowicz-Gazda,1993). Опрыскивание озимой пшеницы в фазу выхода в трубку смесью мочевины с микроэлементами дает прибавку урожая от 4.9 до 16.8 ц/га (Алихин,Михайлова,1991). Это связано с тем, что микроудобрения, содержащие в своем составе ионы Zn, Fe, Mn, повышают устойчивость культуры к ржавчине и мучнистой росе (Зазимко и др.,1987). Кроме того, микроэлементы оказывают уравнивающее действие при нарушениях оптимального состава питательных веществ.

Внекорневая подкормка азотом озимого ячменя увеличивает на 10% площадь флага-листа и одновременно усиливает пораженность растений гельминтоспориозом. При этом снижается озерненность колоса. Достоверное увеличение урожая (на 16-20%) достигается только при совместном применении удобрений, фунгицидов и регуляторов роста. В случае последовательного их применения эффект был мало выражен (Jordan, Stinchcombe,1985,1986). Применение мочевины в чистом виде на посевах озимого ячменя в связи с высокой стоимостью обработок и низкой прибавкой урожая зерна нерентабельно (Sowinski,1994). Азотные удобрения (не более 30 кг/га) необходимо вносить перед колошением совместно с ретардантом. Проведение внекорневых подкормок минеральными удобрениями оказывает неоднозначное влияние на устойчивость растений к вредным организмам, способствует в отдельных случаях развитию болезней, полеглости посевов, что приводит к снижению урожая и качества зерна. Практический интерес представляет проведение внекорневых подкормок минераль-

ными удобрениями в системе мероприятий с химической защитой от вредителей, болезней и сорняков (Grabinski,Mazurek,1996; Rogalski et al.,1996). В качестве компонентов для совместного применения с гербицидами можно использовать мочевину, аммиачную селитру и, отчасти, хлористый калий. Добавление минеральных удобрений к гербицидам усиливает их фитотоксичность в отношении сорняков. Например, при применении кварц-супер (0.8 кг/га), метаксурона (1.5 кг/га) и толкана (1 кг/га) совместно с 5% раствором мочевины на посевах озимой пшеницы эффективнее уничтожаются двудольные сорняки. При дождевом внесении эти гербициды вызвали ожоги всходов пшеницы и приводили к частичной гибели растений (Tiwari et al.,1986). Гербицид дикуран в смеси с раствором мочевины эффективен в борьбе с канареечником малым (Singh,Malik,1994).

Совместное применение гербицида 2,4-Д с макроэлементами (аммиачной селитрой - 15 кг/га; сернокислым калием - 15 кг/га; суперфосфатом - 30 кг/га) в посевах озимой пшеницы увеличивает в 1.5-2 раза гербицидную активность препарата за счет гибели устойчивых сорных растений (Дорожко и др.,1986; Дорожко,1988). Смесью гербицида с макроэлементами сокращает также паразитирование мучнистой росы на обработанных растениях. Внекорневая подкормка озимой пшеницы в фазу кущения сернокислой медью (200 г/га) и сернокислым цинком (200 г/га) совместно с гербицидом 2,4-ДА улучшает озерненность колоса (Власова и др.,1986).

Однако, применение удобрений и гербицидов без добавки ретарданта может усиливать кущение растений, что приводит к полеганию посевов (Алиев,1990). Эффективность средств химизации и, прежде всего, азотных удобрений еще больше возрастает при включении в их комплекс фунгицидов (Ладонин,1991a; Rogalski et al.,1996).

Осенняя обработка озимой пшеницы фундазолом и двукратное опрыскивание весной и в начале лета тилтом совместно

с азотными удобрениями, фозалоном и туром освобождает посев от болезней и сорняков, предотвращает полегание (Ладонин, 1989). По мере роста азотного питания повышалась эффективность средств химизации. В отсутствие азотных подкормок прибавка урожая от них составила 24.5 ц/га, на фоне N_{120} - 29.3, на фоне N_{180} - 31.4 ц/га.

Дробное внесение азотных удобрений в смеси с пестицидами - опрыскивание в конце фазы кущения баковой смесью растворов мочевины (24 кг/га) с туром (6 л/га) и мекопропом (4 л/га) и своевременное применение фунгицидов (опрыскивание растений в конце фазы кущения байлетоном совместно с фундазолом (0.5 + 0.3 кг/га) и в фазу колошения - раствором мочевины (35 кг/га) с тилтом (0.5 л/га) позволяет полностью защитить озимую пшеницу от поражения мучнистой росой, снижает развитие септориоза и церкоспореллезной корневой гнили и дает 14% прибавку урожая зерна по сравнению со стандартной технологией (Земите и др., 1987). Средства защиты растений (опрыскивание гербицидом, туром, фунгицидами и инсектицидами), дробная азотная подкормка (N_{60} в начале вегетации + N_{30} в фазу выхода в трубку) обеспечивают прибавку урожая озимой пшеницы 13.4-16.7 ц/га (Кандыба, 1998).

Доказано существенное усиление фунгицидной активности фундазола, применяемого в смеси с хлористым калием. Комплексная обработка озимой пшеницы в конце весеннего кущения водным раствором калийной соли (15 кг/га) с фундазолом (50% с.п. - 0.6 кг/га) снижает пораженность растений корневыми гнилями с 30.7 до 6.8%. Это сочетание позволяет получить дополнительно 7.3 ц/га зерна (Гоник, 1987; Краснокутская, Гоник, 1987). Аналогичное действие на развитие болезней озимой ржи оказывает смесь нитрата аммония (N_{40}) с фунгицидами (фаликарбен + спортак) и кампозаном. Урожайность зерна повышается при этом на 17% (Rothacker, Bielka, 1990).

Многокомпонентные смеси, содержащие ретардант, гербицид и микроэлементы (сульфаты меди, цинка и кобаль-

та), улучшают такие показатели качества озимой пшеницы, как стекловидность, массу 1000 зерен, содержание клейковины и белков. Однако мочевины может ослаблять положительное действие многокомпонентных смесей на качество урожая зерна за счет ожогов листьев и ослабления оттока из них пластических веществ (Груздев, Ненайденко, 1984). Дробное внесение азотных удобрений в фазу кущения и налива зерновых культур в сочетании с гербицидом и инсектицидом не оказывает существенного влияния на микрофлору почвы и ее биологическую активность (Каракулев, 1993).

Азотные удобрения, применяемые в качестве внекорневой подкормки, нашли широкое применение также на посевах яровых зерновых культур (Кукреш, Жуйко, 1995). Вопрос о целесообразности дробного применения удобрений под яровые зерновые культуры продолжает оставаться дискуссионным. При этом полагают, что, поскольку усвоение азота у яровых культур наиболее интенсивно происходит в первую половину вегетации, азотные удобрения под них необходимо вносить только до посева. Качественные показатели зерна ячменя в зависимости от вносимых азотных удобрений практически не изменяются. Отмечена лишь тенденция увеличения содержания белка в зерне ячменя при внесении азотных удобрений (N_{30}) в подкормку в фазы выхода в трубку и колошения. Их применяют в комплексе с гербицидами, фунгицидами и ретардантами, что значительно снижает засоренность посевов, увеличивает устойчивость стеблей и улучшает структуру урожая ячменя (Дудинцев и др., 1989; Irzyk, Wiczorek, 1996). Возделывание различных сортов ярового ячменя с применением для внекорневого питания раствора мочевины и фунгицидов повышает урожай зерна на 25.5%. Совокупная эффективность обработки - прибавка 150 кг зерна на 1 кг азота (Caldwell, Starratt, 1987); 2-4-кратная обработка растений раствором мочевины в комбинации с различными элементами защиты растений (инсектициды, фунгициды, ретар-

данты) повышает урожай зерна в среднем на 10.2%. Внесение азотных удобрений в виде раствора мочевины на фоне комплексной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков в 1.5-2 раза эффективнее по сравнению с использованием твердых форм удобрений.

Дробное внесение аммиачной селитры на посевах яровой пшеницы в фазы всходов, кущения и выхода в трубку в дозе 50 и 100 кг/га повышает урожай зерна с 31.2 до 37.6 ц/га (Caldwell, Starratt, 1987). Дальнейшее увеличение дозы азота до 200 кг/га способствует сильному поражению растений мучнистой росой, ржавчиной и септориозом (Hairston, Trevathan, 1986). Дробное внесение мочевины (N_{30}) для внекорневой подкормки без применения гербицидов может не оказывать существенного влияния на урожайность яровой пшеницы (Фасхутдинов, 1993). Применение баковой смеси кафпона с мочевиной (20 кг/га) в фазу кущения яровой пшеницы позволяет снизить норму расхода гербицида с 3 до 2 л/га, что важно с экономической и экологической точек зрения (Долматов, 1993, 1993а). Эта смесь способствует лучшему отмиранию корней у двудольных сорняков. Это связано с тем, что сорняки, поглощая питательные вещества удобрений, ускоряют свой рост, а гербицид лучше поражает активно растущие меристематические ткани корней. Обработка растений этой культуры в начале выхода в трубку смесью 2,4-Д с минеральными удобрениями (суперфосфат - 5%, нитрат аммония - 0.25%, хлорид калия - 0.20%, борная кислота - 0.05%) повышает засухоустойчивость растений (Зауралов, Чернавина, 1994).

Комплексное применение пестицидов на посевах яровой пшеницы подавляет деятельность большинства фитофагов, развитие патогенных заболеваний и сорной растительности, активизирует процессы ассимиляции у растений и накопление запасных веществ в зерновках, что сказывается на их массе и урожае. Однако добавление карбамида (N_{30}) к пестицидам в качестве внекорневой подкормки в значительной мере снижало

качество клейковины и теста (Емельянов и др., 1994). По другим данным (Peltonen, 1993), обработка растений яровой пшеницы раствором мочевины (N_{15}) и тилтом в фазе флаг-листа улучшает как урожай зерна, так и его качество. Во избежание ожогов поверхности листьев обработки необходимо проводить в холодную погоду. Однако добавление мочевины совместно с туром в раствор аминной соли 2,4-Д снижает эффективность последней применительно ко всем группам сорняков (Немков, 1985).

Таким образом, применение минеральных удобрений в качестве подкормки зерновых колосовых культур приобретает особое значение в ресурсосберегающей технологии, позволяющей уточнять их потребность на основе растительной диагностики. Исключительное значение при этом имеет проблема совместимости удобрений с пестицидами и регуляторами роста, обеспечивающая наибольший рост урожая зерна при наименьших затратах на их применение. Уточнение закономерностей действия удобрительно-пестицидных смесей на различные виды зерновых культур и вредные организмы позволяет дифференцированно определять дозы удобрений и нормы расхода пестицидов, следить за ростом и развитием растений, а также формированием продуктивного стеблестоя. Наибольшая отдача от совместного применения удобрений и пестицидов наблюдается при условии совпадения физиологической потребности растений в минеральных веществах и появлением тех или иных вредных организмов, а также при угрозе полегания культуры.

Яровые и озимые культуры по-разному реагируют на внекорневые подкормки азотными удобрениями. Яровые культуры (пшеница, ячмень, овес) наиболее полно используют азот удобрений в первую половину вегетации. Поэтому предпочитают совмещать внекорневую подкормку с применением гербицидов. Это позволяет в большинстве случаев снизить расход гербицидов на 25-30% от рекомендованной нормы, что уменьшает фитотоксичность гербицидов по отноше-

нию к защищаемой культуре и снижает загрязнение продукции и почвы остаточными количествами препаратов. Озимые зерновые культуры, особенно пшеницу, подкармливают азотными удобрениями и микроэлементами во второй период вегетации. Этот прием способствует повышению содержания белков и улучшению их

качества (Brzozowski,1997; Brzozowski et al.,1997). Целесообразно в этот период совмещать внекорневую подкормку с применением ретардантов и пестицидов. Полностью оправдал себя прием комплексного применения гербицидов и минеральных удобрений на посевах озимой пшеницы весной в фазу кущения.

Перспективы применения жидких минеральных удобрений совместно с пестицидами и ретардантами на посевах зерновых колосовых культур

В последние годы при интенсивной технологии возделывания зерновых культур наиболее перспективно применение жидких минеральных удобрений (ЖМУ), позволяющих точно выдержать норму внесения, заданное соотношение питательных веществ для конкретного поля и, при необходимости, изменять их состав. Жидкие минеральные удобрения в отличие от твердых более равномерно распределяются по поверхности, что обеспечивает растениям лучшую доступность питательных веществ. Азот в жидких удобрениях находится в связанной форме, менее подвижен, не улетучивается и вносить его можно дробно в любую фазу вегетации растений одновременно с пестицидами, ретардантами и микроэлементами (Алимов,1993). Наиболее удобны, технологичны и перспективны в этом отношении жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) марки 10-34-0 и КАС-28 (Зазимко и др.,1987; Вялова,1994; Черенков и др.,1995). ЖКУ - это насыщенный раствор орто- и полифосфатов аммония. КАС представляет собой смесь растворов карбамида (мочевины) и аммиачной селитры с суммарной долей азота 28%. В литературе часто встречаются и другие названия этого препарата, например ДАМ 390 (Чехия) (Kohout,Vokral,1985). Жидкое азотное удобрение ДАМ 390 представляет собой эквивалентный раствор мочевины и нитрата аммония с содержанием 30% N. Смесь нитрата аммония с мочевиной в жидкой форме иногда обозначают UAN (Urea Ammonium Nitrat) (Oliberius, Veverka,1993) или AHL (Ammoniumnitrat Harnstoff-Losung) (ФРГ)

(Rothacker,1988; Rothacker,Bielka, 1990).

Появление жидких форм минеральных удобрений создало реальные предпосылки для использования их в качестве носителя пестицидов (Зазимко,1995). Жидкие минеральные удобрения самым наилучшим образом соответствуют требованиям и характеру промышленных растворов. Выявлена существенная разница в эффективности применения средств защиты растений, которые вносили с водой, по сравнению с использованием в качестве растворителей жидких минеральных удобрений. Например, при смешивании гербицида трефлана с ЖКУ или с КАС-28 с течением времени оптическая плотность растворов возрастала. В чистых водных растворах исходных компонентов увеличения оптической плотности не было. Можно предположить, что в растворе образуются ассоциаты молекул гербицида с веществами, входящими в состав ЖКУ и КАС-28. При этом за счет ассоциативного взаимодействия молекул гербицидная активность растворов может повышаться, так как вместе с питательными элементами гербицидные препараты легче проникают в корневую систему сорняков (Черенков и др.,1995).

По своим антииспарительным свойствам ЖМУ существенно превосходят соевы, приготовленные на основе глицерина. Биологическими испытаниями была показана их хорошая совместимость с пестицидами и возможность готовить на их основе различные препаративные формы. Однако в неразбавленных растворах ЖКУ марки 10-34-0 некоторые фосфорорганические инсектициды (ме-

тафос, волатон, фосфамид и базудин) быстро теряют инсектицидную активность, что связано с их химическим взаимодействием. Уже через два часа после смешивания метафоса с ЖКУ в рабочей жидкости обнаруживалось 26%, а через сутки - 5% активного ингредиента метафоса (Зазимко,1995). При разбавлении ЖКУ и КАС до рабочих концентраций все испытанные препараты были физически совместимы.

Установлено наличие фунгистатической активности ЖКУ в отношении бурой ржавчины и мучнистой росы на посевах озимой пшеницы. Оптимальный период применения ЖКУ - первая половина фазы выхода растений в трубку, норма расхода - 50 л/га. Применение ЖКУ в более поздний период эффекта не дает. Механизм действия ЖКУ заключается как в непосредственном влиянии на прорастание спор гриба, так и в повышении устойчивости растений к последующему заражению. На развитие патогена, внедрившегося в ткани листа, жидкие комплексные удобрения влияния не оказывают (Зазимко и др.,1987).

На зерновых культурах при совпадении сроков применения можно использовать большой ассортимент пестицидов в сочетании с жидкими азотными удобрениями, а также с микроудобрениями (Kohout,Vokral,1985). Для применения на посевах зерновых культур рекомендовано 420 самых разнообразных комбинаций КАС с гербицидами, инсектицидами, ретардантами и микроудобрениями (Григорьев,1994). Действие КАС почти не уступает предпосевному внесению азота. Однако следует обратить внимание, что на вегетирующих растениях при обработке КАС могут появляться ожоги, вернее - обесцвеченные пятна, которые не вызывают отмирания тканей и не оказывают видимого угнетающего действия на культуру. Эти пятна исчезают через 2-3 дня после внесения КАС. Поэтому при работе с КАС расход жидкости должен быть не менее 300 л/га. На практике разбавление КАС должно быть обязательным условием, так как на перекры-

тиях стыковых полос может возникнуть отрицательный эффект (Макаров, Внукова, Самойлов,1992). Например, при внесении КАС (N_{30}) на посевах ячменя в фазе полного кущения совместно с гербицидами (диален, 2,4-Д, лонтрел, базагран) и фунгицидами (тилт) наблюдалось сильное угнетение защищаемой культуры (Башкирова и др.,1990). Ожоги листовой пластинки различной степени в зависимости от компонентов бинарной смеси колебались от 25 до 55% при 5-10% в вариантах с чистым КАС, то есть добавление в раствор КАС пестицидов усиливало их фитотоксичность. КАС в дозах 64-80 кг/га может оказывать гербицидное действие на сорные растения (Внукова,1997), причем марь белая, пикульник красивый и василек синий уничтожаются полностью. Самые сильные ожоги ячменя вызывает гербицид базагран, применяемый в смеси с КАС и тилтом. Уменьшение нормы гербицида на 1/3 от рекомендованной значительно снижает количество ожогов. Например, снижение нормы расхода 2М-4ХП в смеси с КАС на 30% против максимально рекомендуемой не отражается на эффективности гербицида при обработке посевов ячменя в фазу кущения (Путинцев,1993). Норму фунгицида (тилт) в смеси с КАС (N_{30}) снижать не всегда целесообразно. Внекорневая подкормка удобрительно-пестицидными смесями эффективна на растениях ячменя только в фазу кущения. Включение в удобрительно-пестицидные смеси медных удобрений позволяет снижать норму расхода пестицидов до 50% и повышать урожай зерна на 11 ц/га. Кроме того, добавка медного купороса в смеси снижает ожоги растений.

Применение баковой смеси КАС (N_{30}) с гранстаром (30 г/га) на посевах ярового ячменя в фазе кущения обеспечило получение 52 ц/га зерна. Добавление меди (290 г/га) к этой смеси увеличило урожайность до 54.7 ц/га (Григорьев,1994). Использование баковой смеси КАС (110 л/га) с гербицидом гранстар (80% рекомендуемой минимальной нормы расхода)

и фунгицидом тилт (70% нормы) на яровом ячмене без снижения эффективности препаратов позволило получить прибавку 14 ц/га при урожае в контроле 28.5 ц/га (Дейков,1992; Груздев,Дейков,1992). КАС оказывал также положительное влияние на продуктивность ячменя при совместном применении с байлетоном (Karalius,Gailiene,1994). В комбинации с ДАМ 390 без снижения эффективности можно снизить на 1/3 норму расхода ряда гербицидов: дозанекса, старане, глина 75, мекмина (Vanova,Benada,1988). На посевах озимой пшеницы применение баковых смесей гербицидов группы СИС с ретардантом ССС и раствором КАС в фазу кущения было более эффективным по сравнению с отдельными последовательными обработками: гербицидом - в фазу начала кущения, ретардантом - в конце кущения и КАС - в начале выхода в трубку. Гибель сорняков при этом возросла с 64 до 76% (Horn et al.,1986).

Таким образом, баковые смеси жидких азотных удобрений с пестицидами и ретардантами в большинстве случаев усиливают действие всех компонентов, в результате чего повышается эффективность борьбы с вредными организмами и становится возможным снижение нормы расхода пестицидов. Многокомпонентные смеси (КАС + гербицид + ССС и КАС + гербицид + ССС + фунгицид) полностью уничтожают в посевах озимой пшеницы ромашку непахучую и значительно снижают распространенность бодяка полевого (Нейгебаур и др.,1989). Норма расхода КАС - N_{30} . Подкормка раствором КАС растений озимой пшеницы в фазы кущения (N_{40}) и выхода в трубку (N_{20}) совместно с пестицидами и ретардантами способствует лучшему усвоению растениями азота и действию пестицидов, но приводит к появлению ожогов различной степени (Вялова,1994а). Поэтому прибавка урожая зерна озимой пшеницы от применения КАС совместно с различными пестицидами и ретардантом колебалась от 0.1 до 11.8 ц/га (Вялова,1994б). Применение КАС (N_{45}) с фундазолом и туром на посевах озимой пшеницы повысило

урожаем зерна на 10.3 ц/га при урожайности в контроле 74.3 ц/га (Karalius, Gailiene,1994). Результаты многолетних опытов по совместному применению фунгицидов (спортак, фаликарбен) и КАС в борьбе с церкоспореллезом озимой ржи показали, что даже при сниженных нормах расхода фунгицидов (на 1/4) урожай зерна повышается на 19-21% (Rothacker,1988; Rothacker,Bielka, 1990). Смесь нитрата аммония с мочевиной повышает эффективность фунгицидов даже после выпадения атмосферных осадков (Jahn,Benn,1990; Veverka, Oliberius,1990).

Наиболее перспективны смеси инсектицидов с КАС (ДАМ 390, UAN). Установлена их непосредственная токсичность для насекомых (Veverka, Oliberius, 1985,1987,1988; Jiratko,1990). Уменьшение нормы расхода инсектицидов на 50% при добавлении в рабочий раствор КАС показало достаточно высокую эффективность в борьбе с рапсовым цветоедом и личинками колорадского жука (Oliberius, Veverka,1993).

Особенно привлекает внимание исследователей обоснование возможности снижения норм расхода инсектицидов, оказывающих сильное отрицательное влияние на человека и окружающую среду. Рекомендованные дозы инсектицидов в ряде случаев превышены, так как производитель старается избежать неэффективности препарата в производственных условиях. Например, при истреблении тлей на зерновых культурах рекомендованные дозы инсектицидов можно понизить наполовину и более без негативных последствий для урожая (Jiratko,1990). Снижение доз позволяет выжить большему числу естественных антагонистов тлей. Последние в свою очередь могут воспрепятствовать неконтролируемому повышению численности популяций вредителей в период, когда эффективность инсектицидов уже незначительна. Уменьшение концентрации действующих веществ инсектицидов дециса и каратэ на 50% при добавлении в

рабочий раствор ДАМ 390 не отражалось также на биологической эффективности препаратов в борьбе с рапсовым цветоедом и личинками колорадского жука (Oliberius, Veverka, 1993). Это связано с тем, что добавка раствора мочевины с нитратом аммония (ДАМ 390) к пестицидам значительно улучшает их прилипаемость и повышает эффективность (Benn et al., 1990). Сочетание различных комбинаций инсектицидов с фунгицидами и азотными удобрениями не вызывает фитотоксического воздействия на культуру и не снижает активности препаратов (Glazek et al., 1994; Seta, Sikora, 1994).

Добавка 10% раствора аммиачной селитры или мочевины к раствору дециса ускоряет инсектицидное действие препарата в борьбе с вредителями (Palosz, 1987). В борьбе с личинками пьявицы красногрудой предложен способ обработки посевов водными растворами азотных удобрений и инсектицидом. За счет сочетания обработок биологическая эффективность повышается на 20-30%, что позволяет снижать нормы расхода инсектицида (Тлеуш и др., 1987).

Рентабельное растениеводство в настоящее время практически невозможно без применения средств защиты растений. Современное сельское хозяйство находится перед проблемой необходимости применения средств защиты растений, с одной стороны, и экологическими требованиями, - с другой. В условиях усиления экологической напряженности одним из возможных путей решения этой проблемы является снижение норм расхода средств защиты растений при сохранении их полной биологической эффективности. Это достигается благодаря добавлению различных вспомогательных веществ (синергистов), усиливающих токсическое действие препаратов. Кроме удобрений для этой цели широко используются растительные фосфолипиды, позволяющие значительно снизить нормы расхода действующих веществ пестицидов различного спектра действия

(Heil, 1985; Seidel et al., 1990). Для этих целей используют растительные и технические масла. Однако, зачастую совокупные энергозатраты на производство поверхностно-активных веществ такие же, как и совокупные энергозатраты на производство сэкономленного при этом пестицида (Хохомова и др., 1997; Adamczewski et al., 1997). В этой связи проводится поиск соединений, обладающих свойствами поверхностно-активных веществ, но являющихся менее энергоемкими и более дешевыми. В частности, в Белоруссии предложено использовать для прополки посевов яровых зерновых культур совместно с рекомендованными гербицидами полиметаллический водный концентрат (ПВК) и отходы целлюлозно-бумажного производства (ОЦБП). Их применение позволяет уменьшить расход гербицидов на 30-50% (Хохомова, 1998; Булавин, Хохомова, 1998).

На основании анализа литературных сведений можно утверждать, что жидкие минеральные удобрения, особенно смесь растворов карбамида (мочевины) и аммиачной селитры (КАС, ДАМ 390, UAN, ANL), повсеместно используется для внекорневой подкормки зерновых колосовых культур. На их основе готовят различные препаративные формы пестицидов. При разбавлении ЖКУ и КАС до рабочих концентраций они практически совместимы со всеми рекомендованными пестицидами, ретардантами и микроудобрениями. Однако при обработке вегетирующих растений растворами пестицидов, содержащих КАС, возможны ожоги листьев различной степени. Поэтому во избежание фитотоксического действия гербицидно-удобрительных смесей на зерновые культуры нормы расхода гербицидов должны быть уменьшены на 20-30% (Евсеева, 1992), а расход рабочей жидкости должен составлять не менее 300 л/га. Доза КАС при этом не должна превышать N_{30} на сухих посевах. Особенно чувствительны к КАС молодые растения.

Особенности действия гербицидов, применяемых в комплексе с минеральными удобрениями

Действие пестицидов, особенно гербицидов, в известных пределах можно регулировать, изменяя условия минерального питания. Степень фитотоксичности гербицидов на чувствительные растения усиливается при улучшении условий питания, в то время как устойчивые растения становятся еще менее восприимчивыми к ним. Это объясняется повышением количества гербицидов в тканях чувствительных растений (Ладонин и др., 1988; Пронина, 1993). Высокая концентрация гербицида в их тканях при медленной детоксикации обуславливает быстрое и полное отмирание сорняков. Культуры, не чувствительные к гербицидам, при лучших условиях питания растут и развиваются быстрее и сильнее угнетают обработанные сорные растения биологическим путем. Например, при применении 2М-4Х на посевах яровой пшеницы совместно с $N_{30}P_{80}$ содержание препарата в растениях мари белой через пять суток после опрыскивания составляло 40 мг/кг и всего 30 мг/кг при обработке одним гербицидом (Ладонин, 1986). Об активизации действия гербицида на сорные растения при применении его на удобренном фоне свидетельствуют материалы об отмирании корневой системы корнеотпрыскового сорняка молокана татарского. Глубина отмирания корневой системы молокана татарского при внесении препарата 2,4-Д (1 кг/га) в баковой смеси с мочевиной (20 кг/га) увеличилась с 10 до 40 см, а при внесении кафпона в сочетании с мочевиной (20 кг/га) глубина отмирания вертикальных корней достигала 50 см (Жаркулев, 1993).

Под влиянием смесей гербицидов с минеральными солями наблюдается двустороннее действие: усиление отравляющего влияния гербицида на широколистные двудольные сорняки и стимуляция культурного злака. В тканях чувствительных сорняков поступившие вместе с гербицидом ионы солей углубляют депрессию обмена веществ, подавляют синтетические процессы, вызывают деструкцию биокolloидов цитоплазмы. Не-

токсичная для злака доза гербицида является фактором возбуждения, а проникающие ионы солей - условием реализации этого возбуждения, источником дополнительного питания растений. Из всех солей наиболее сильная токсичность отмечена для катионов аммония. Исключительная токсичность ионов аммония выражается в усилении нарушения синтетических процессов и в превращении энергии неполноценного патологического дыхания в тепло. Катионы аммония могут также усиливать клеточную проводимость и поглощение гербицидов (Poovaiah, Leopold, 1976). Поглощение многочисленных гербицидов из различных химических групп усиливалось также под влиянием сульфата аммония (Kent et al., 1991). Добавка сульфата аммония к глифосату успешно используется в практике (Donald, 1988).

Детоксикацию гербицидов в растениях связывают также с деятельностью ферментной системы (Дорожко, Шабалда, 1992). Например, если в рабочий состав внести два и более действующих веществ гербицидов, то растению потребуется на детоксикацию привлечь значительно большее количество ферментов. И в такой ситуации растение оказывается не в состоянии быстро и без затрат провести детоксикацию действующих веществ гербицидов, что приводит к значительным нарушениям метаболических процессов и, в конечном итоге, к гибели растений. Ферментативный аппарат устойчивых растений быстро и без особых затрат энергии разлагает действующие вещества гербицидов.

Экспериментальные данные (Пронина, 1993) свидетельствуют о том, что гербициды четырех различных химических групп (2,4-Д, линурон, базагран, хлорсульфурон), имеющих различную структуру и химические особенности, вызывают при обработке растений сходные ответные реакции. По-видимому, в их молекулах есть общие функциональные группы, способные давать комплексы с одними и теми же активными центрами

эндогенных соединений растений (белками, триптофаном, аспарагиновой, глутаминовой кислотами, глюкозой, глутатионом и др.). Устойчивые растения способны противостоять действию гербицида, осуществляя энергичную детоксикацию их или путем реакций декарбоксилрования, диметилирования, дезаминирования, или путем образования комплексов с различными эндогенными соединениями растительной клетки. Кроме того, установлено, что минеральные удобрения снижают начальное токсическое дейст-

вие соединений типа 2,4-Д на однодольные растения, восстанавливают углеводно-фосфорный и азотистый обмен у двудольных растений, способствуют образованию дополнительного количества колосковых буторков, что, в свою очередь, повышает озерненность колоса.

Поскольку взаимодействие гербицидов с удобрениями часто имеет синергитический характер, целесообразно снизить нормы расхода гербицида на единицу площади, что важно с экономической и природоохранной точек зрения.

Заключение

Обобщение литературных данных показывает, что в настоящее время исключительно большое значение приобретает при возделывании зерновых колосовых культур сбалансированное использование не только минеральных удобрений, но и средств защиты растений. Особое значение при этом имеет комплексное использование удобрений и гербицидов, поскольку не менее половины прироста урожая зерновых культур определяется взаимодействием этих двух факторов. Важно создать условия, при которых действие удобрений не будет ограничиваться вредными организмами, а также полеганием травостоя. Исследования, проведенные в разных почвенно-климатических зонах, показывают, что пестициды и удобрения, внесенные совместно или последовательно на посевах озимых и яровых зерновых культур, обеспечивают более высокую гибель сорняков и вредителей, подавляют деятельность патогенов и в результате повышают урожайность. Прибавки урожая при совместном использовании удобрений и пестицидов часто оказывались выше, чем при их раздельном и последовательном внесении на различных культурах. Это связано с усилением токсикологического действия пестицидов в смесях с азотными удобрениями на вредителей, болезни и сорняки, а также с повышением устойчивости растений к полеганию.

Применение средств защиты растений в едином комплексе с минеральными удобрениями создает оптимальные усло-

вия для роста культурных растений, обеспечив тем самым мощное развитие фотосинтетического аппарата, более полное использование питательных веществ удобрений и почвы, служит основой для сохранения окружающей среды. Оптимальные нормы расхода удобрений и пестицидов не влияют негативно на химический состав зерна, не вызывают повышения содержания в нем нитратов, нитритов и нитрозоаминов, тяжелых металлов и галогенов. Наоборот, имеет место тенденция к повышению белковости зерна, содержанию в нем клейковины (Ладонин и др.,1992). Проведение внекорневых подкормок азотными удобрениями (нитрат аммония, мочевины, КАС и др.) позволяет не только повысить биологическую эффективность пестицидов, но и снизить нормы их расхода на 25-30%.

В условиях Белоруссии проведены многолетние опыты по изучению влияния на урожайность зерновых культур основных средств комплексной химизации (удобрений, пестицидов и ретардантов) и оценке доли каждого фактора в формировании урожая (Прищепа, 1997, 1997а,1997б). Установлено, что основное влияние на повышение эффективности удобрений оказала очистка посевов от сорняков. Влияние повышенных доз удобрений способствовало лучшему развитию растений, которые угнетали оставшиеся сорняки, значительно уменьшая их массу в сравнении с контролем. Комплексное применение средств защиты растений, минеральных удобрений и

регуляторов роста в критические периоды развития озимых зерновых культур позволяет максимально снизить потери зерна от вредных организмов и полегания. Доминирующим фактором формирования продуктивного потенциала длинностебельных сортов ржи является использование ретардантов; для озимой пшеницы - своевременное применение гербицидов против сорняков. Фунгициды, инсектициды и внекорневая подкормка азотными удобрениями в зависимости от сложившихся погодных условий вегетационных периодов дополняют действие основных компонентов. В отдельные годы

метеорологические условия оказывают более существенное влияние на изменение качества зерна, чем удобрения (Кукреш, Жуйко, 1995; Танский и др., 1995; Степина, 1997). Поэтому дифференцированный подход к применению удобрений и пестицидов в ресурсосберегающей технологии позволит существенно изменить тактику применения удобрений, особенно азотных, для внекорневой подкормки. Дозу азота необходимо уточнять по результатам диагностики почв и растений.

Литература

- Алехин В.Т., Михайлова Н.А. Совершенствование интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов. /Интегр. защита растений от вред. организмов. Воронеж, 1991, с.12-21.
- Алиев А.М. Эффективность комплексного применения средств химизации в интенсивном земледелии центральных районов Нечерноземной зоны РСФСР. Автореф. докт. дисс., ВИУА, М., 1990, 48 с.
- Алимов К.Г. Эффективность жидких минеральных удобрений в зависимости от сроков и способов их внесения. /Сиб. вестн. с.-х. науки, 3, 1993, с.76-79.
- Аубакиров С.А. Комплексное применение удобрений и средств защиты растений под озимую пшеницу в зернопаровом севообороте на богарных светло-каштановых почвах. Автореф. канд. дисс., Каз. СХИ, Алма-Ата, 1993, 24 с.
- Вашкирова Т.Н., Надина Г.Т., Барановская Т.Г., Нейгебаур С.Е. Эффективность баковых смесей КАС и пестицидов. /Химизация сел. хоз-ва, 8, 1990, с.52-54.
- Булавин Л.А., Хохомова Д.Е. Некоторые аспекты совместного использования пониженных доз гербицидов с поверхностно-активными веществами. /Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства, ч.1. Жодино, 1998, с.241-245.
- Буторина Е.П., Ягодин Б.А., Феофанов С.Н. Эффективность применения совместных подкормок мочевиной, молибденом и цинком при возделывании озимой пшеницы. /Агрохимия, 6, 1993, с.12-20.
- Власова В.И., Демкин В.И., Малахов Я.М. Влияние микроэлементов на урожайность и устойчивость озимой пшеницы к заболеваниям. /Защита растений от вредителей, болезней и сорной растительности. Ставрополь, 1986, с.21-25.
- Внукова М.А. Влияние сочетаний КАС и пестицидов на урожай и качество ячменя на серых лесных почвах Нечерноземной зоны. Автореф. канд. дисс., ВИУА, М., 1997, 23 с.
- Вялова А.В. Ингибиторы нитрификации с КАС - под озимую пшеницу и кукурузу. /Химия в сел. х-ве, 1, 1994, с.17-19.
- Вялова А.В. Чувствительность растений озимой пшеницы при обработке посевов баковыми смесями КАС с пестицидами и ретардантами. /Информ. листок, 2-94, Тульский ЦНТИ, 1994а, 3 с.
- Вялова А.В. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от обработки посевов баковыми смесями средств химизации. /Информ. листок, 17-94, Тульский ЦНТИ, 1994б, 3 с.
- Гаврилов А.А., Чмулев В.М., Зеленая Н.И. и др. Влияние комплексного применения пестицидов и азотных удобрений на проявление корневой гнили и урожая озимой пшеницы. /Защита растений от вредителей, болезней и сорной растительности. Сб. науч. тр. Ставроп. СХИ, Ставрополь, 1992, с.17-22.
- Голуб И.А. Влияние азотных удобрений на динамику формирования урожайности озимых. /Зерн. культуры, 2, 1996, с.17-18.
- Гоник А.Г. Церкоспореллез озимой пшеницы в Краснодарском крае. /Микология и фитопатология, 21, 2, 1987, с.189-190.
- Григорьев Н.Н. Физическая совместимость средств химизации и диагностика их фитотоксичности. Автореф. канд. дисс., ВИУА, М., 1994, 22 с.
- Груздев Г.С., Дейков К.В. Эффективность баковых смесей пестицидов с азотными удобрениями. /Земледелие, 6, 1992, с.27-28.
- Груздев Л.Г., Ненайденко Г.Н. Влияние многокомпонентных смесей ретардантов с гербицидами на качество урожая озимой пшеницы. /Агрохимия, 1, 1984, с.61-68.

Груздев Л.Г., Миренков Ю.М., Груздев Г.С. Химический состав и азотный обмен у ячменя при разных нормах минеральных удобрений и обработке посевов гербицидами. /Изв. ТСХА, 4, 1984, с.55-66.

Груздев Л.Г., Миренков Ю.М., Груздев Г.С. Экономическая оценка применения ретардантов и гербицидов на некоторых зерновых культурах в опытах с разными нормами минеральных удобрений. /Изв. ТСХА, 4, 1985, с. 66-72.

Дейков К.В. Влияние совместного применения гербицида гранстара с фунгицидом тилт и жидким азотным удобрением на урожай и качество зерна ярового ячменя. /Изв. ТСХА, 5, 1992, с.140-146.

Докукин В.С. Формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы при разных уровнях минерального питания и применения хлорхлорида в условиях Центрально-Черноземного региона Российской Федерации. Автореф. канд. дисс., ТСХА, М., 1995, 24 с.

Докучаева Т.И. Агротехнические и экологические аспекты комплексного применения минеральных удобрений с гербицидами в посевах озимой и яровой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны России. Автореф. канд. дисс., ВИУА, М., 1997, 21 с.

Долматов А.П. Применение гербицида совместно с мочевиной. /Земледелие, 4, 1993, с.20.

Долматов А.П. Эффективность комплексного применения средств химизации на яровой пшенице в условиях черноземных почв степной зоны Южного Урала. Автореф. канд. дисс., ВИУА, М., 1993а, 17 с.

Доманов Н.М. Разработка и оптимизация систем комплексного применения средств химизации под озимую пшеницу в Центрально-Черноземной зоне России. Автореф. докт. дисс., ВНИИ удобрений и агропочвовед. им.Д.Н.Прянишникова, М., 1995, 57 с.

Дорожко Г.Р. Комбинированные обработки озимой пшеницы. /Защита растений, 12, 1988, с.16-17.

Дорожко Г.Р., Шабалдас О.Г. Влияние комплексного применения гербицидов на видовой состав сорной растительности в посевах озимой пшеницы. /Защита растений от вредителей, болезней и сорной растительности, Ставрополь, 1992, с.27-29.

Дорожко Г.Р., Анашкина Т.И., Бордынук Е.П. Влияние комбинированного применения пестицидов и некорневых подкормок на урожай и качество зерна озимой пшеницы. /Защита растений от вредителей, болезней и сорной растительности. Ставрополь, 1986, с.59-64.

Дудинцев Е.В., Ващенко В.Ф., Човдарь Г.Д. Средства химизации в интенсивной технологии. /Химизация сел. хоз-ва, 6, 1989, с.31-32.

Евсеева Р.П. Технология возделывания озимых зерновых. /Суперагро, 1992, с.7-91.

Емельянов Н.А., Соснин А.Н., Демин В.И.

Влияние минерально-пестицидного комплекса на вредоносность личинок клопа-черепашки, мучнистой росы, бурой ржавчины на урожай и качество зерна яровой пшеницы Саратовская 55. /Защита растений от вредителей и болезней на юго-востоке России. Саратов, 1994, с.15-24.

Жуков Ю.П., Шатилова Т.И., Семко В.Т. и др. Влияние расчетных доз удобрений и их сочетаний с другими средствами химизации на урожайность и некоторые показатели качества ячменя. /Агрохимия, 12, 1992, с.50-55.

Зазимко М.И. Экологизированная система защиты колосовых культур от болезней и вредителей на Северном Кавказе. Автореф. докт. дисс., Краснодарский НИИСХ, Спб., Пушкин, 1995, 56 с.

Зазимко М.И., Подлужский Т.П., Уманцев С.В. и др. Роль жидких комплексных удобрений в улучшении фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы. /Интегрир. защита зерн. культур от вредителей и болезней при интенсив. технологиях возделывания. Краснодар, 1987, с.35-42.

Зауралов О.А., Чернавина М.В. Влияние 2,4-Д и минеральной смеси на развитие и урожайность пшеницы в лесостепной зоне России. /Агрохимия, 10, 1994, с.61-66.

Захаренко А.В. Агротехнические, экологические и энергетические основы регулирования сорного компонента агрофитоценоза в земледелии Центрального района Нечерноземной зоны России. Автореф. докт. дисс., ТСХА, М., 1997, 35 с.

Земите А.Ф., Самонина И.Н., Айзпуриете А.Я. Изучение сочетаний агрохимикатов на посевах озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии. /Защита с.-х. растений в условиях применения интенсивных технологий, ч.2, 1987, с.6-7.

Иванов А.Л., Ненайденко Г.Н. Комплексное использование удобрений и средств защиты растений в интенсивных технологиях. В помощь агрономам и фермерам. Владимир.НИИСХ, Владимир, 1993, 190 с.

Ионин П.Ф. Экологические аспекты химической защиты растений. /Совершенствование элементов систем земледелия в западной Сибири. Омск, 1995, с.35-41.

Кандыба Я.А. Формирование урожая озимой пшеницы в условиях применения азотных удобрений и средств защиты. /Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства, ч.2. Жодино, 1998, с.299-300.

Каракулев В.В. Комплексное применение средств химизации в Оренбуржье. /Земледелие, 9, 1993, с.13-14.

Козьявина И.Ю., Подоплелов А.В. Качество семян пшеницы в зависимости от некорневых подкормок. /Почва, сорт, агротехника. Киров, 1994, с.102-105.

Костылева О.Ф., Мартянова А.М., Жуков Ю.П. и др. Урожайность и качество зерна озимой ржи при комплексном применении расчетных норм удобрений и пестицидов. /Изв. ТСХА, 5, 1992, с.76-81.

Краснокутская О.Н., Гоник А.Г. Комплексные обработки озимой пшеницы против корневых и прикорневых гнилей. /Интегр. защита зерн. культур от вредителей и болезней при интенсив. технологиях возделывания. Краснодар, 1987, с.58-63.

Кукреш С.П., Жуйко Л.И. Эффективность жидких комплексных и азотных удобрений при разных способах их внесения под ячмень. /Резервы повышения плодородия почв и эффективности удобрений. Горки, 1995, с.26-30.

Ладонин В.Ф. Повышать эффективность средств химизации. /Защита растений, 4, 1986, с.21-22.

Ладонин В.Ф. Эффективность комплексного применения средств химизации. /Химизация сел. хоз-ва, 6, 1989, с.35-38.

Ладонин В.Ф. Комплексное применение удобрений, гербицидов и других средств химизации земледелия. /Сб. науч. тр. ВНИИ кормов, 47, 1991, с.142-148.

Ладонин В.Ф. Эффективность комплексного внесения средств химизации. /Доклады ВАСХНИЛ, 8, 1991а, с.18-22.

Ладонин В.Ф., Рачинский В.В., Кретова Л.Г., Самойлов Л.Н. Проницкование, передвижение и разложение 2,4-Д в ячмене при комплексном применении средств химизации. /Изв. ТСХА, 2, 1988, с.104-109.

Ладонин В.Ф., Алиев А.М., Валькова В.А. Агрэкологические аспекты комплексного применения средств химизации в севооборотах Российского Нечерноземья. Сообщ. 2 : Экологические аспекты комплексного применения средств химизации в полевом севообороте. /Агрохимия, 10, 1992, с.93-103.

Лимантова Е.М., Буга С.Ф., Лашукевич О.М. и др. Влияние доз азотных удобрений в сочетании с фунгицидом тилтолом на урожай ячменя на дерново-подзолистой суглинистой почве. /Почв. исслед. и применение удобрений, 18, 1987, с.47-52.

Макаров В.И., Внукова М.А., Самойлов Л.Н. Применение КАС в баковых смесях с пестицидами и микроэлементами в посевах ячменя. /Применение средств химизации и экол. пробл. в земледелии ЦЧЗ. Воронеж, 1992, с.164-167.

Манукян И.Р. Влияние элементов интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы в предгорной зоне Северной Осетии на развитие болезней, физиологическое состояние и продуктивность растений. Автореф. канд. дисс., ВИЗР, Л.-Пушкин, 1992, 20 с.

Нейгебаур Э.В., Башкирова Т.Н., Веверка К. и др. Применение жидких азотных удобрений, пестицидов и ретардантов. /Химизация сел. хоз-

ва, 6, 1989, с.69-71.

Немков В.А. Эффективность смесей пестицидов в защите пшеницы от вредителей, болезней и сорняков. /Бюлл. ВИЗР, 61, 1985, с.16-20.

Пасынков А.В. Изменение биохимических показателей зерна озимой ржи под действием средств химизации. /Тез. докл. конф. молодых ученых "Эффективность средств химизации и продуктивность с.-х. культур". М., 1993, с.16-17.

Прищепа И.А. Действие гербицидов на засоренность посевов ячменя и урожай при разных уровнях минерального питания. /Сб. науч. работ БелНИИ защиты растений, 11, 1986, с.112-121.

Прищепа И. А. Влияние средств химизации на урожайность и качество зерна озимой ржи. /Изв. АН Республики Беларусь, 2, 1997, с.76-80.

Прищепа И.А. Влияние комплексной обработки посевов против болезней и вредителей на величину и качество урожая ячменя. /Агрохимия, 9, 1997а, с.53-58.

Прищепа И.А. Влияние химических средств защиты растений на урожайность и качество зерна озимых ржи и пшеницы. /Агрохимия, 8, 1997б, с.46-51.

Прищепа И.А., Самерсов В.Ф. Действие гербицидно-инсектицидных смесей на урожай зерна ячменя при разных уровнях минерального питания. /Агрохимия, 10, 1978, с.117-121.

Пронина Н.Б. Физиологические ответные реакции растений на действие гербицидов и условий минерального питания. Автореф. докт. дисс., СПГАУ, СПб., 1993, 74 с.

Путинцев В.Н. Действие удобрительно-пестицидных смесей на урожай и качество ячменя в условиях Центрального Нечерноземья. Автореф. канд. дисс., ВНИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова, М., 1993, 28 с.

Самерсов В.Ф., Прищепа И.А. Влияние гербицидно-инсектицидных смесей и минеральных удобрений на биологический состав растений и плодovitость большой злаковой тли. /Сб. науч. работ БСХА. Горки, 23, 1976, с.3-9.

Самерсов В.Ф., Прищепа И.А. Влияние минеральных удобрений на эффективность комплексной защиты посевов ячменя от сорняков и вредителей. /Агрохимия, 9, 1987, с.81-86.

Самерсов В.Ф., Прищепа И.А., Домаш В.И. Влияние удобрений и пестицидов на урожай и качество зерна ячменя. /Сб. науч. работ БелНИИ защиты растений, 13, 1988, с.76-85.

Самерсов В.Ф., Прищепа И.А., Домаш В.И. Изменение активности белков-ингибиторов протеиназ в семенах зерновых культур под влиянием средств химизации. /Сб. науч. работ БелНИИ защиты растений, 18, 1995, с.127-139.

Самерсов В.Ф., Прищепа И.А., Мормылева В.Ф., Трафимчик В.В. Влияние инсектицидов на химический состав зерна ячменя и ржи на разных фонах минеральных удобрений. /Сб. науч. работ БелНИИ защиты растений, 6, 1981, с.107-

112.

Самерсов В.Ф., Ячєня С.В., Бысова Т.Д. Влияние удобрений на изменение количественной и качественной структуры энтомоценоза озимого поля. /Сб. науч. работ БелНИИ защиты растений, 11, 1986, с.3-9.

Селиванов А.Н., Гармашов В.Н., Левицкий А.П., Пташенчук А.Н. Фракционный и аминокислотный составы белков зерна озимого ячменя в зависимости от условий азотного питания. /Физиология и биохимия культурных растений, 17, 2, 1985, с.138-143.

Синицына И.В. Влияние различных сочетаний средств химизации на урожайность ярового ячменя. /Сб. науч. тр. ВНИИ кормов, 47, 1991, с.149-152.

Смирнов Б.А., Мазохина Н.Ю., Мазохин А.С. Эффективность многолетнего применения 2,4-Д и ее смеси с дикамбой в бессменных посевах ячменя при разных уровнях питания. /Изв. ТСХА, 1, 1986, с.35-40.

Соколов О.А., Семенов В.М. Теория и практика рационального применения азотных удобрений. РАН. Ин-т почвоведения и фотосинтеза. М., Наука, 1992, 207 с.

Старостин С.П., Танский В.И. Проблемы защиты растений в интенсивном растениеводстве. /Вест. с.-х. науки, 6, 1987, с.62-67.

Степина Л. А. Зависимость урожайности зерновых культур от метеорологических условий. /Материалы совещ. по пробл. селекции зерн. культур в Нечернозем. зоне России, Киров, 1997, с.85-87.

Танский В.И., Ишкова Т.И., Левитин М.М., Соколов И.М. Влияние удобрений на биологическую эффективность пестицидов (Защита пшеницы). /Агрохимия, 10, 1995, с.82-88.

Танский В.И., Кряжева Л.П., Дормидонтова Г.Н. и др. Энтомологическая оценка посевов озимой пшеницы в условиях интенсивной технологии возделывания. /С.-х. биология, 3, 1992, с.128-133.

Тлеуш М.К., Зазимко М.И., Горбачев А.Ф. Пути снижения затрат на применение пестицидов в интенсивной технологии выращивания озимой пшеницы. /Интегр. защита зерновых культур от вредителей и болезней при интенсивных технологиях возделывания. Краснодар, 1987, с.11-13.

Трушкин С.В. Экономическая эффективность комплексного применения средств химизации на озимой ржи. /Сб. науч. тр. ВНИИ кормов, 47, 1991, с.159-162.

Фасхутдинов Ф.Ш. Применение некорневых подкормок мочевиной, жидким комплексным удобрением в сочетании с различными формами источников микроэлементов на посевах яровой пшеницы. Автореф. канд. дисс., Саратов.СХИ им. Н.И.Вавилова, Саратов, 1993, 17 с.

Феофанов С.Н. Регулирование питания озимой пшеницы при интенсивной технологии ее

возделывания. Автореф. канд. дисс., ТСХА, М., 1993, 18 с.

Филиппова Н.В., Назарова Л.Н. Влияние азотного удобрения и пестицидов на урожайность и качество озимой ржи. /Сб. науч. тр. ВНИИ кормов, 47, 1991, с.153-158.

Хохомова Д.Е. Эффективность пониженных доз гербицидов, применяемых на посевах овса совместно с отходами целлюлозно-бумажного производства. /Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства, ч.2. Жодино, 1998, с.219-222.

Хохомова Д., Симченков Г., Булавин Л. и др. Оценка пригодности хлористого калия и полиметаллического водного концентрата для использования в качестве поверхностно-активных веществ совместно с некоторыми гербицидами на посевах ячменя. /Тр. международной конференции. Борьба с сорняками в Балтийском регионе. Елгава, 1997, с.77-81.

Черенков А.В., Крамарев С.М., Балахтар М.Я. Комплексное применение средств химизации и продуктивность люцерны. /Кормопроизводство, 2, 1995, с.28-32.

Шабаева С.В., Демин В.И., Крайнев В.М. Эффективность фунгицидов, сернокислого цинка и их смесей в борьбе с основными болезнями пшеницы. /Актуал. пробл. развития сел. хоз-ва и с.-х. образования. Саратов, 1993, с.97-98.

Юрина Т.П. и др. Влияние условий минерального питания на устойчивость пшеницы к мучнистой росе. /Физиология растений, 44, 1, 1997, с.64-67.

Adamczewski K., Grala B., Stachecki S. Ekonomiczne aspekty stosowania adiuwantow przy zwalczaniu chwastow. /Progress in plant protection, Poznan, 36, 1, 1997, s.126-133.

Barraclough P.B., Haynes J. The effect of foliar supplements of potassium nitrate and urea on the yield of winter wheat. /Fertil. Res., 44, 3, 1995/1996, p.217-223.

Becker F., Bruckner P. 70 Doppelzentner pro Hekterund mehr. /Agrar Praxis, 2, 1985, s.80-82.

Benn W., Jahn M., Kuhn E., Fuchs H. Der Einfluss von Ammonium-nitrat-Harnstoff-Losung als Bruhezusatzmittel auf die Haftfahigkeit Kaetvernebelter Pflanzenschutzmittel an Gewachshauskulturen. /Nachrichtenblatt fur den Pflanzenschutz in der DDR, 44, 1, 1990, s.12-16.

Bremner J.M. Recent research on problems in the use of urea as a nitrogen fertilizer. /Fertil. Res., 42, 1/3, 1995, p.321-329.

Brzozowski J. Wplyw pestycydow i mieszanin pestycydowo-nawozowych na wartosc odzywcza ziarna pszenicy ozimej. /Poster. biol. i technologiczny w produkcji roslinnej, Warszawa, 1997, s.255-260.

Brzozowski J. et al. Efektywnosc zabiegow laczonych pestycydowo-nawozowych w uprawie pszenicy ozimej. /Progress in plant protection,

Poznan, 36, 2, 1997, s.299-301.

Caldwell C.D., Starratt C.E. Response of max spring wheat to management inputs. /Canad. J. Plant Sc., 67, 3, 1987, p. 645-652.

Donald W.W. Established foxtail barley, *Hordeum jubatum*, control with glyphosate plus ammonium sulfate. /Weed Technol., 2, 3, 1988, p.364-368.

Glazek M., Pietryga J., Sikora H. Laczne stosowanie agrochemikaliow w bobiku. /Materialy 33 ses. nauk. Inst. ochrony roslin, Poznan, cz. 2, 1994, s.262-266.

Grabinski J., Mazurek J. Wplyw ograniczonego stosowania pestycydow na plonowanie nowych odmian pszenicy ozimej w zaleznosci od poziomu nawozenia mineralnego. /Materialy 35 ses. nauk. IOR. /Inst. ochrony roslin, Poznan, cz. 2, 1996, s.298-300.

Grzywnowicz-Gazda Z. et al. Wplyw stezenia roztworu wodnego mocznika i cynku zastosowanych dolistnie na plonowanie pszenicy ozimej. /Acta agr. sivestria. Ser. Agr. - Wroclaw. etc., 31, 1993, s.89-97.

Heil M. Reduzierung von Pflanzenschutzmittel - Aufwandmengen durch Zusatz von Phospholipiden. /Kali-Briefe (Bunteshof. (Hannover), 17, 8, 1985, s. 627-639.

Hairston J.E., Trevathan L.E. Effects of growth regulator fungicide, and nitrogen treatments on wheat yield in Mississippi. /Mississippi State, Miss., 11, 17, 1986, 3 s.

Heyn J. Ergebnisse eines menrjahrenigen Feldversuches mit unterschiedlicher Intensitat der N-Dungung und des Pflanzenschutzes. /Schr./Verb. Dt. Landw. Unters. Forsch.- Anst.-Darmstadt, 33, 1991, s. 710-717.

Horn R., Linke E., Grunert Ch. Hohere Effektivitat von Pflanzenschutzmassnahmen durch die Kombination mit Ammonnitrat-Harnstoff-Losung (AHL). /Nachrbl. Pflschutz in DDR, 40, 7, 1986, p.151-154.

Irzyk M., Wieczorek W. Wplyw dolistnego dokarmiania w polaczeniu z herbicydami i regulatorami wzrostu na skutecznoose chwastobojcza cechy morfologiczne i strukture plonu jeczmiienia jarego. /Materialy 35 ses. nauk. IOR / Inst. ochrony roslin, Poznan, cz. 2, 1996, s.357-359.

Jahn M., Benn W. Improvement of effectiveness of fungicides after rain by addition of urea-ammonium nitrate solution (AHL). /Tag. Ber., Akad. Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin, 291, 1990, s.415-418.

Jiratko J. Moznosti snizeni davek insekticidu. /Studie VTR, Praha, 1990. 32 s.

Jordan V., Stinchcombe G. Interactions of nitrogen, growth regulator and fungicide applications with winter barley disease and yield. /British Crop Protection Council Monograph, 31, 2, 1985, p.367-370.

Jordan V.W.L., Stinchcombe G.R. Interactions

between fungicide, plant growth regulator, nitrogen fertiliser applications, foliar disease and yield of winter barley. /Ann. appl. Biol., 108, 1, 1986, p.151-165.

Jordan V.W.L., Stinchcombe G.R. Integration of exogenous (variables for disease management, quality yield and profitability in winter barley). /Proceedings, 1, 1987, p.173-179.

Karalius B., Gailiene J. Karbamido ir amonio salietros misino (KAS) naudojimas su pesticidais ir retardantais zieminiams kviecians ir mieziams. /Moksliniu straipsniu rinkinys Lietuvos zemdirbystes inst., Vilnius, 73, 1994, s.126-149.

Kent L.M., Wills G.D., Shaw D.R. Influence of ammonium sulfate, imazapyr, temperature and relative humidity on the absorption and translocation of imazethapyr. /Weed Sci, 39, 1991, p.412-416.

Klasen M. Bei Qualitatsdungung die Standfestikeit noch besser sichern. /Landwirtschaftliche zeitschrift Reinland, 153, 14, 1986, s.1020-1021.

Kohout V., Vokral M. Vyuziti smesi pesticidu, morforegulatoru a prumyslovyh hnojiv. /Stud. inf. UVTIZ, R. Ochr. Rostl., 3, 1985, 48 p.

Kuhimann J., Heitefub K. Hochste Intensita thochster Deckungsbeitrag. /Pflanzenschutz-Praxis, 2, 1987, s.30-33.

Oliberius J., Veverka K. Efficiency of insecticides in mixture with UAN in small-plot experiments. /Ochr. Rostl., 29, 2, 1993, s.99-106.

Palosz T. Niektore aspekty stosowania mieszanek insektycydu decis 2, 5 EC nawosami azotowymi. /Prace naukowe instytutu ochrony raslin, Poznan, 28, 1-2, 1987, s.183-197.

Peltonen J. Interaction of late season foliar spray of urea and fungicide mixture in wheat production. /J. Agron. Crop Sc., 170, 5, 1993, p.296-308.

Poovaiah B.W., Leopold A.C. Effects of inorganic salts on tissue permeability. /Pl. Physiol., 58, 1976, p.182-185.

Rachon L. Wplyw wielkosci dawek azotu na plon i jakosc ziarna pszenicy ozimnej w warunkach stosowania fungicydu i retardanta. /Ann. Univ. Mariae Curie-Sklodowska. Sest. E., 49, 1994, s.37-42.

Rogalski L., Kurowski T., Czajka W. Oddziaływanie opryskiwan laczonych mocznikowo-fungicydowych wykonanych technika na nasilenie chorob oraz plonowanie pszenicy ozimej i jeczmienu jarego. /Agricultura. - Olsztyn, 62, 1996, s.133-140.

Rogalski L., Kurowski T., Sledz O. Biologiczne skutki opryskiwan mocznikowo-pestycydowych w uprawie pszenicy ozimej. /Materialy 35 ses. nauk. IOR /Inst. ochrony roslin, Poznan, cz. 1, 1996, s.174-180.

Rothacker D. Ergebnisse zum Teil mehrjahriger Versuche zur Bekämpfung der Halmbbruchkrankheit Pseudocercospora

herpotrichoides bei Winterroggen durch Fingizide in Kombination mit Halmstabilisatoren, /Tag.Ber. /Akad. Landwirtschaft.- Wiss. DDR, Berlin, 271, 1, 1988, s.147-149.

Rothacker D., Bielka F. Erfahrungen aus Parzellenversuchen für kombinierte Anwendung von Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) mit Fungiziden und Camposan zur Bekämpfung der Halmbruchkrankheit bei Winterroggen. /Nachrbl. Pflschutz in DDR, 44, 2, 1990, s.34-37.

Seidel H., Steglich R., Voigt B. e. a. Einfluss von mikrobiellen Lipidfraktionen auf die Wirksamkeit von Fungiziden und akariziden Pflanzenschutzmitteln. /Biol. Rundsch., 28, 2, 1990, s.87-92.

Seta G., Sikora H. Leczne stosowanie agrochemikaliow w ochronie rzepaku w warunkach klimatycznych polski poludniowej. /Materialy 33 ses. nauk. Inst. ochrony roslin, Poznan, cz. 2, 1994, s.257-261.

Singh S., Malik R.K. Effect of application method of chlortoluron on the control of Phalaris minor in wheat (*Triticum aestivum*). /Indian J. Agron., 39, 1, 1994, p.23-26.

Sowinski J. Wplyw dawek azotu, terminow ich stosowania oraz flordimexu TH na plon i jakosc ziarna jeczmienna ozimego. /Roczn. Nauk roln. Ser.A., 110, 3/4, 1994, s.63-73.

Suwara I., Gawronska-Kulesza A. Rola przedplonu w ograniczeniu nawozenia azotem pod pszenice ozima. /Postep biol. i technologiczny w produkcji roslinnej, Warszawa, 1997, s.211-214.

Tiwari J.P., Trivedi K.K., Verma K.L. Fertilizer and herbicide compatibility to control weeds in

wheat. /Pesticides, 20, 11, 1986, p.36-38.

Vanova M., Benada J. Ochrana obilnin v podninkach intenzivnich technologii. /Agrochemia (Bratislava), 28, 1, 1988, s.11-15.

Veverka K., Oliberius J. Synergistic insecticidal activity of urea and ammonium nitrate. /Z. Pflkrankh. Pflschutz., 92, 1985, p.258-262.

Veverka K., Oliberius J. Side-effects of foliar application of urea ammonium nitrate solution on the Colorado beetle. /J. appl. Ent., 103, 1987, p.119-124.

Veverka K., Oliberius J. Screening for the insecticidal activity of inorganic salts and their solutions with urea and its derivatives. /Z. Pflkrankh. Pflschutz., 95, 1988, p.526-530.

Veverka K., Oliberius J. Activity of fungicide and liquid fertilizers mixtures. /Tag. Ber. Akad. Landwirtsch. Wiss. DDR, Berlin, 291, 1990, s.285-291.

Widdowson F., Penny A. Tests of amounts and times of application of nitrogen and of sequential sprays of aphicide and fungicides on winter wheat, following either beans or wheat, and the effects of take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*), on two varieties at Sax, Suffolk 1980-3. /J. Agr. S., 105, 1, 1985, p.97-122.

Wiik L., Larsson H. Faltforsok i varvete med tva kvavenivaer och olika insatser av funderider och insekticider i skane 1984 -1987. /Vaxtskyddsrapporter - Sveriges lantbruk-suniv. Institutionen for vaxt-och skogsskydd. Konsulentavdelningen/vaxtskydd, 52, 1988, p.81-96.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE EFFICIENCY OF PESTICIDES AND RETARDANTS APPLIED IN SPIKED CEREALS.

I.A.Pritschepa

Data concerning the influence of mineral fertilizers on the biological and economic efficiency of pesticides as well as of growth regulators used for the complex protection of cereal spiked crops against lodging and noxious organisms are presented. The role of nitric fertilizers applied for foliar feeding of winter and spring crops in joint action with pesticides and retardants is especially stressed. Application of pesticide-fertilizer mixtures proved to meet requirements of resources saving technology in grain crops growing. Different aspects associated with the preparation and use of liquid mineral fertilizers and pesticides in grain crops are considered. Differentiated approach to the application of fertilizers and pesticides gives an opportunity to correct the rates of fertilizers and pesticides application for the control of weeds, pests and diseases, and thus to decrease significantly pesticide pressure and contamination of production and environment.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО КРИПТОЛЕМУСА (*CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* MULS., COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)

Л.Н.Бугаева, В.И.Пилипюк, В.В.Пилипюк, Е.В.Белокопытова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Криптолемус, интродуцированный в нашу страну около 70 лет тому назад, успешно используется методом сезонной колонизации против кокцид на плантациях чая, цитрусовых культурах и декоративных растениях. Кустарный метод его разведения, связанный с выращиванием червецов на проростках картофеля, посевах сои или плодах тыква, ограничивал широкое применение этого хищника. Авторами статьи в содружестве с другими специалистами разработана установка по промышленному производству криптолемуса в любом необходимом количестве на основе использования криоконсервированных яиц ситотроги.

Промышленное производство энтомофагов - обязательное условие прогресса биологического метода защиты растений. Однако до недавнего времени лишь несколько видов энтомофагов (трихограмма, златоглазка, хабробракон и некоторые другие) производились в массе на специально сконструированных промышленных установках или линиях. Представлялось крайне важным организовать такое же промышленное производство и хищного жука криптолемуса, интродуцированного в 1933 г. в нашу страну и с тех пор успешно применяемого в регионе Черноморских субтропиков методом сезонной колонизации при защите цитрусовых, винограда, чая, а также декоративных насаждений, коллекционных и редких растений от мучнистых червецов (*Pseudococcus gahani*, *P.citri*, *P.maritimus* и др.) и кокцид *r.Pulvinaria (P.flocifera* и др.).

Хозяйственный эффект от применения криптолемуса значителен. Например, при защите чая от чайной пульвинырии прибавка урожая составляет от 3.7 ц/га до 16.2 ц/га. Однако кустарный, малопродуктивный и трудоемкий метод разведения криптолемуса, связанный с необходимостью выращивания червецов как корма для жуков и личинок на проростках картофеля, на плодах тыква и посевах сои сдерживал более широкое и оперативное применение энтомофага. В связи с этим в ВИЗР и его Лазаревской опытной станции (г.Сочи) по инициативе и под руководством Г.В.Гусева было начато изучение возможности промышлен-

ного производства криптолемуса. Для этого, прежде всего, была экспериментально решена главная из проблем, которая обычно препятствует массовому разведению насекомых - это подбор корма, полностью удовлетворяющего как требованиям самого энтомофага, так и технологии его массового разведения. Таким кормом оказались яйца зерновой моли ситотроги, в больших количествах производимые широкой сетью специализированных биофабрик и биологической по промышленному производству трихограммы (Пилипюк и др.,1982). Однако было установлено, что свежие яйца ситотроги хотя и вполне пригодны для воспитания криптолемуса, но не могут быть включены в технологический процесс его производства, так как отрождающиеся гусеницы моли в силу своих биологических особенностей повреждают куколок криптолемуса, не могут храниться продолжительное время и ухудшают санитарно-гигиенические условия в цехе. На некоторых биофабриках, производящих трихограмму, яйца зерновой моли длительное время хранят в среде жидкого азота, то есть в криоконсервированном состоянии. Развитие исследований в области использования криоконсервированных яиц ситотроги не только для производства трихограммы, но и для разведения хищных насекомых (Бегляров и др.,1981), позволило разработать способ подготовки яиц зерновой моли в качестве основного корма при промышленном производстве криптолемуса (Пи-

липюк, Бугаева, 1984; Пилипюк и др., 1988). В результате стало возможным не только получать благоприятный для криптолемуса корм в любое время года и в любом количестве, но и подготовить агротехнические требования и операционную технологию, исключающие необходимость вести дорогостоящие опытно-конструкторские разработки по проектированию специального цеха, приготовления синтетический или полусинтетический корм, и более чем в два раза сократить первоначальную стоимость комплекта в целом.

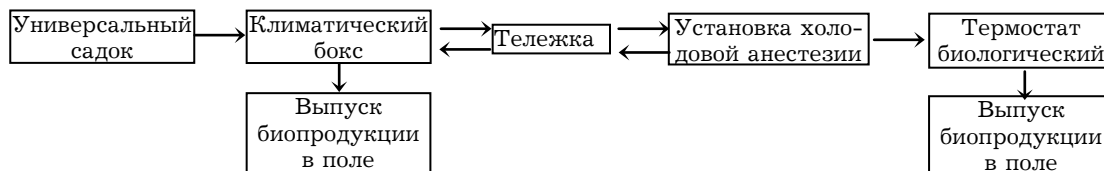
В 1987 г. по этим агротехническим требованиям и операционной технологии ВНИЦ "Биотехника" (г.Одесса) впервые в практике разведения криптолемуса было изготовлено и смонтировано на Лазаревской опытной станции защиты растений оборудование для промышленного производства этого энтомофага мощностью до 5 млн. особей в год. В комплект оборудования вошли: садок универсальный - 420 шт., климатический бокс - 10 шт., установка холодной анестезии - 1 шт., тележка - 1 шт., термостат биологический - 1 шт., щит управления - 1 шт., установка криоконсервации яиц ситотроги - 1 шт.

Универсальный садок предназначен для воспитания криптолемуса на всех стадиях его развития, для откладки яиц самками, кратковременного хранения, накопления и транспортировки биопродукции в места выпусков.

Климатический бокс служит для размещения в нем универсальных садков, обеспечения обходимого фотопериода, поддержания требуемого гигротермического режима в садках путем их активного нагрева. Установка холодной анестезии предназначена для приведения жуков криптолемуса в состояние оцепенения (неподвижности) при удалении их из садка во время сбора яиц и других операций. Тележка служит для перемещения универсальных садков по цеху при выполнении операций по загрузке и выгрузке боксов и установки холодной анестезии. В термостате логическом производится накопление и кратковременное хранение криптолемуса и реконсервированных яиц ситотроги.

Установка криоконсервирования яиц зерновой моли предназначена для быстрого замораживания яиц в среде жидкого азота с целью предотвращения дальнейшего развития эмбриона, длительного хранения яиц в качестве корма для криптолемуса. Используется в случае, когда возникает необходимость криоконсервирования яиц зерновой моли непосредственно в цехе, производящем криптолемуса.

Площадь, необходимая для размещения всего комплекта оборудования для промышленного производства криптолемуса, 120 м².



Принципиальная (аппаратная) схема производства криптолемуса

Биологические и приемочные испытания показали, что созданный комплект оборудования соответствует назначению и обеспечивает разведение криптолемуса в соответствии с технологией (акт приемки продукции, утвержденный и.о. председателя объединения Союзсельхозхимия А.М.Артюшиным 27 сентября 1985

г.). Получаемая биологическая продукция жизнеспособна. Каких-либо заметных отклонений в развитии, поисковой способности криптолемуса, связанной с определением стадий обитания хозяина и непосредственно поиском самого хозяина, в сравнении с лабораторным разведением в течение 6 лет производства хищни-

ка не отмечалось. Стоимость биопродукции в 2 с лишним раза ниже, чем при традиционном способе разведения криптолемуса. При этом исключается тяжелый ручной труд и значительно улучшаются гигиенические условия в цехе, повышается культура производства (Гончарук и др., 1986).

Технологический процесс производства криптолемуса с использованием комплекта оборудования состоит из нескольких этапов и включает в себя подготовку кормовой базы; подготовку оборудования к работе; содержание маточной культуры, страховой популяции и массового материала криптолемуса; сбор, накопление, хранение и использование полученной биопродукции.

При подготовке кормовой базы для маточной культуры криптолемуса в теплице высевается соя - растение-хозяин мучнистого червя, который служит естественным кормом. Норма посева семян выбирается с таким расчетом, чтобы на каждом квадратном метре было 350-400 растений. При температуре 20-22°C и регулярном поливе всходы появляются на 4-5 день после посева. В фазе второй пары настоящих листьев растение заселяют мучнистым червецом и через 35-40 дней их начинают использовать, срезая и раскладывая в садки с криптолемусом. Общая площадь посева сои зависит от количества воспитываемого криптолемуса и рассчитывается из того, что для кормления 1000 яйцекладущих жуков и получения от них хорошей яйцекладки необходимо иметь не менее 4 м² площади с вегетирующими растениями сои.

В отсутствие зимней теплицы червца можно производить на этиолированных проростках картофеля или на тыкве.

Для получения этиолированных проростков картофель проращивают в темном помещении при температуре 26-30°C и относительной влажности воздуха 80-90%. Предварительно стратифицированные клубни раскладывают в растильни, вплотную один к одному и прикрывают тонким слоем почвогрунта. Заполненные растильни помещают в темном помещении на стеллажах площадью 12-15 м².

Проростки картофеля, достигшие 10-15 см длины, переплетают между собой, чем достигается более равномерное заселение мучнистым червецом и ослабление роста картофеля. Заселение производится раскладыванием между проростками заселенных мучным червецом ростков картофеля или сои. После образования колоний червца их срезают и раскладывают в универсальные садки с криптолемусом. После срезания всех ростков возможна их вторичная выгонка из спящих почек на тех же клубнях. Для воспитания 5 тысяч жуков или личинок криптолемуса необходимо ежедневно срезать все проростки картофеля из одной растильни, заселенные мучнистым червецом в сильной степени.

Можно разводить мучнистого червца на тыквах. Здоровые, без механических повреждений и признаков заболеваний тыквы размещаются на стеллажах без соприкосновения друг с другом. После этого производится их заражение мучнистым червецом путем раскладывания заселенных хищником ростков картофеля или стеблей сои. Осеннее заселение тыкв осуществляется сразу после их созревания и уборки. Сбор червцов для кормления криптолемуса производится очисткой колонии с поверхности тыкв жесткой кисточкой на бумагу или в чашку Петри. Полученную массу червца раскладывают в виде отдельных порций на карточках из фильтровальной бумаги размером 4x4 см в универсальные садки с криптолемусом. С одной среднего размера тыквы (3-4 кг) в осенне-зимний период можно получить до 100 г мучнистого червца, что вполне достаточно для воспитания в течение всей жизни 1000 жуков криптолемуса.

В летний период, когда идет массовое производство криптолемуса для защиты растений, заканчиваются запасы картофеля и тыквы, в несколько раз увеличивается маточная популяция криптолемуса, возникает необходимость в большом количестве естественного корма - мучнистого червца. Это достигается посевом сои на участках открытого грунта. При подготовке почвы под посев не следует

вносить минеральные удобрения, особенно азотные. Посев производится в апреле гнездовым способом, по 8-10 семян в гнездо. Когда всходы достигнут 10-15 см, их обычным способом заселяют мучнистым червецом. При достижении растениями 20 см посевы прореживают с таким расчетом, чтобы в каждом гнезде осталось 5-6 шт. Если на удаленных растениях имеется червец, его скармливают криптолемусу. По мере роста и развития сои раз в неделю удаляют наиболее ослабленные растения. К концу вегетации в гнезде должно остаться 2-3 наиболее развитых экземпляра.

Во второй половине мая проводится еще один посев сои, червец с которой будет использован для заселения тыкв и картофеля в осенний период.

После окончания вегетации засохшие растения сои с остатками овисаков на них убирают с поля и складывают в неотапливаемых помещениях. При зимнем поддержании популяции криптолемуса или его массовом разведении их используют как субстрат, на который жуки откладывают яйца. Для получения в течение летнего периода 100 тыс. маточных жуков криптолемуса необходимо иметь участок площадью около 0,05 га, засеянный соей, заселенный мучнистым червецом.

Все перечисленные способы разведения мучнистого червца требуют значительных затрат труда, так как пока не поддаются механизации. Поэтому мучнистый червец используется исключительно для ведения маточной культуры, доля которой не превышает 1% от общего количества продукции. При промышленном производстве криптолемуса, предназначенного для непосредственного применения в биологической защите растений, в качестве основного корма используются криоконсервированные яйца зерновой моли. Яйца ситотроги в среде жидкого азота сохраняются практически любое время, и это обстоятельство позволяет заготавливать их впрок. Перед скармливанием криоконсервированные яйца зерновой моли подготавливаются соответствующим образом. После отепления в во-

де реконсервированные яйца хранятся в стеклянной емкости, заполненной дистиллированной водой, в бытовом холодильнике. Срок их хранения в таком виде не должен превышать 20 дней при смене воды не реже, чем через 3-4 дня.

Перед скармливанием необходимое количество яиц ситотроги размешивается в небольшом объеме дистиллированной воды до получения более или менее однородной взвеси. Полученную взвесь чайной ложкой или другим приспособлением равномерно разливают на карточки из фильтровальной бумаги (3×8 см). Подготовленный таким образом корм размещают в садках, где содержатся личинки или жуки криптолемуса. Добавление корма в садки производится по мере его поедания. Одна личинка криптолемуса за период своего развития от отрождения из яйца до окукливания потребляет около 15 мг яиц зерновой моли.

Подготовка оборудования к работе начинается с очистки садков от остатков биоматериала, растений и других отходов механическим или ручным способом. После очистки садки, стеллажи, вспомогательное оборудование подвергается мойке горячей водой температурой 65-75°C, ополаскивается водой комнатной температуры, обсушивается и дезинфицируется этиловым спиртом или другим дезинфицирующим веществом. После дезинфекции садки подготавливаются к заселению жуками криптолемуса. Для этого дно садков застилается фильтровальной бумагой в один слой, а сверху укладываются гофрированные полоски («гармошки») также из фильтровальной бумаги длиной 10-15 см по 100-120 шт. в каждый садок. После проведения этих операций садок загружается кормом - мучнистым червецом на веточках сои, проростках картофеля или на бумажных карточках для маточной культуры или страховой популяции криптолемуса или реконсервированными яйцами зерновой моли при массовом производстве для целей защиты растений. После равномерного размещения по садку корма в него помещают маточных жуков в количестве 1 тыс. особей или яйцекладку криптоле-

муса около 2,5 тыс. шт. Садок закрывается крышкой. Дальнейшие операции по загрузке, выгрузке, очистке производятся через специальный загрузочный люк. Садки, заселенные жуками, размещаются в климатических боксах, предварительно последовательно протерты влажной и сухой ветошью.

Установку холодной анестезии также необходимо протереть сухой ветошью. При необходимости произвести оттаивание воздухоохладителя путем продувания теплого наружного воздуха. Для этого в рабочей камере установки отключают регулятор «холод» и открывают дверь.

После загрузки садков жуками их на тележке подвозят к климатическому боксу и размещают внутри него на направляющих. На специальном пульте управления и контроля устанавливается гидрофототермический режим со следующими параметрами: температура 22°C, относительная влажность воздуха 75%, продолжительность светового дня 18 часов, и производится включение в электрическую сеть.

Маточная культура и страховая популяция криптолемуса содержатся на естественном корме - мучнистом червце. Если возникают затруднения с получением мучнистого червца, жуков можно подкармливать реконсервированными яйцами зерновой моли. Через 5-7 дней жуки приступают к откладке яиц, размещая их на веточках сои, в остатках овисаков или мучнистого червца, если он подавался на карточках из фильтровальной бумаги. Для получения массового, однородного по своим жизненным показателям биоматериала отбор яйцекладки криптолемуса производится ежедневно или через день. Чтобы избежать потерь жуков при извлечении яйцекладки, садки с биоматериалом помещают в установку холодной анестезии, по 3 шт. за один прием. Дверь закрывают и устанавливают реле на необходимое время анестезии. После прекращения работы вентилятора, управляемого реле времени, садки достают из установки, открывают крышку и извлекают из них веточ-

ки сои, этиолированные проростки картофеля или бумажные карточки с овисаками червца, в которых находятся яйца криптолемуса. Извлеченная яйцекладка размещается в предварительно подготовленные садки для дальнейшего воспитания в климатических боксах. Отродившиеся личинки первое время питаются остатками червца, но уже на 3-й день им необходимо добавить свежий корм. В случае, если воспитание будет вестись для получения маточных жуков, им дают в корм мучнистого червца. Если требуется получить массовый материал, который будет использован для защиты растений, личинок кормят реконсервированными яйцами зерновой моли.

В климатических боксах, где идет развитие личинок, с началом окукливания свет может быть отключен, так как на этой стадии хищник в освещении не нуждается. В эти садки корм не подается. Спустя 10-13 дней после начала окукливания появляются молодые жуки. Сбор жуков производится после их обездвиживания в установке холодной анестезии способом, указанным ранее при отборе яйцекладки криптолемуса. В этот период проводят разделение получаемого биоматериала для воспроизводства (1-2% общего количества) и для выпусков в поле. Производственный цикл в этом завершается.

Несмотря на то, что жуки криптолемуса могут жить до 12 месяцев при средней продолжительности жизни 3-4 месяца, по прошествии одного месяца маточных жуков надо заменить на новых, так как в первый месяц жизни жуки реализуют большую часть своей потенциальной плодовитости. Замененных жуков используют для выпусков в поле.

После отделения маточных жуков оставшееся их количество собирается в садки по 10-15 тыс. особей и вывозится к месту колонизации. Полученный биоматериал может храниться до выпусков 4-5 дней при незначительной подкормке зерновой молью (не более 1 г на садок).

При необходимости можно не доращивать личинок до имаго, а использовать

их во втором-третьем возрасте для защиты растений. Этот способ вызывает некоторые трудности при колонизации биоматериала, но дает сокращение цикла производства на 12-15 дней и экономию корма.

Эксплуатация комплекта оборудования с применением на нем разработанной технологии производства криптолемуса позволило получить за последние 3 года более 7 миллионов особей энтомофага и ежегодно защищать около 230 га (в пересчете на однократную обработку) чайных плантаций и декоративных насаждений,

а также обеспечивать защиту редких и коллекционных растений в ботанических садах (Пилипюк и др., 1989). Тем не менее, следует отметить, что как оборудование, так и технология промышленного производства криптолемуса нуждаются в усовершенствовании и модернизации. Большие резервы в этом плане, например, скрыты в полной механизации отдельных элементов технологического процесса, а также автоматизации управления оборудованием и надежного контроля за его работой.

Литература

Бегляров Г.А., Геннадиев В.Г., Пономарева И.А., Хлистовский Е.Д. Кривоконсервированные яйца зерновой моли. /Защита растений, 5, 1981, с.31.

Гончарук А.И., Бугаева Л.Н., Воблый П.И., Войтенко Л.Г. Комплект оборудования для разведения криптолемуса. /Защита растений, 2, 1986, с.27.

Пилипюк В.И., Бугаева Л.Н. Использование кривоконсервированных яиц зерновой моли при массовом разведении криптолемуса. /Тез. докл. IX съезда ВЭО, ч.2. Киев, 1984, с.98-99.

Пилипюк В.И., Бугаева Л.Н., Бакланова Е.В. О возможности разведения хищного жука *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Coleopte-

ra, Coccinellidae) на яйцах зерновой моли. /Энтомолог. обозр., 61, 1, 1982, с.50-52.

Пилипюк В.И., Бугаева Л.Н., Белокопытова Е.В. Применение интродуцированных энтомофагов на Черноморском побережье Краснодарского края. Интродукция и применение полезных членистоногих в защите растений. /Тр. симпозиума 5-9 сентября 1988 г. Батуми, СССР. Л. 1989, с.38-43.

Пилипюк В.И., Бугаева Л.Н., Игнатъева Т.Н., Белокопытова Е.В., Балаханова Г.В., Дзезюра Г.В. Методические указания по разведению и применению хищного жука криптолемуса (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.) для борьбы с червецами и пульвинариями. Л., 1988, 31 с.

MASS PRODUCTION OF *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI* MULS. (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)

L.N.Bugaeva, V.I.Pilipiuk, V.V.Pilipiuk, E.V.Belokopytova

An industrial plant for mass production of *Cryptolaemus montrouzieri* based on the use of frozen *Sitotroga* eggs was worked out and tested. This set is aimed to replace the earlier existing, crude and time-consuming methods which were concerned with rearing scale insects as hosts of the predator on potato plantlets, soybean plants and pumpkin fruits.

Краткие сообщения**СЕЛЕКЦИЯ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ФУЗАРИОЗУ****П.А.Агеева, С.Н.Борисова, Н.А.Почутина**

ВНИИ люпина, Брянская область

Посевам узколистного люпина большой вред причиняют болезни. Создание и размножение устойчивых сортов – один из основных путей повышения урожайности этой ценной культуры. До недавнего времени одним из лимитирующих факторов возделывания узколистного люпина была сильная его поражаемость фузариозом. В условиях постоянно изменяющейся экологической среды создаются условия для накопления агрессивных и вирулентных штаммов, поэтому основное внимание в селекционной работе уделяется созданию гетерогенного по устойчивости к фузариозу исходного материала с разной генетической обусловленностью устойчивости к патогену.

В нашей селекционной программе устойчивость исходного и селекционного материала узколистного люпина оценивается на жестком инфекционном фоне, созданном многолетней монокультурой. В результате мониторинга инфекционной нагрузки, проведенного специалистами ВНИИ фитопатологии (О.Л.Рудаков, Л.Ф.Савченко), на фоне были выявлены следующие виды фузариума: *F.oxysporum*, *F.avenaceum*, *F.culmorum*, *F.sambucinum*, *F.solani*, *F.nivale*, *F.redalens*. Кроме фузариумов в микрофлоре почвы были идентифицированы *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Verticillium albo-atrum*, *Aphanomyces cladogenus*, *Acremonia alternata* и другие. Характер взаимоотношений этих сопутствующих видов с люпином неясен. Справедливее указать, что оценка изучаемого материала проводится по устойчивости к комплексу почвенных патогенов, но основными являются возбудители фузариоза.

Инфекционный фон используется как

для оценки селекционного материала, так и для отбора устойчивых форм. Цель работы – выделение устойчивых к болезни форм, сочетающих нерастрескиваемость, высокую зерновую продуктивность, безалкалоидность, скороспелость. Изучавшийся на фоне материал представлен районированными и проходящими государственное сортоиспытание сортами нашей селекции и селекции других научно-исследовательских учреждений, сортообразцами из коллекции ВИР, перспективными номерами и гибридными комбинациями различных поколений.

В качестве видового и сортового контроля ежегодно на фузариозном фоне высеваются сорта-дифференциаторы: узколистного люпина – Узколистный 109, желтого – Академический 1, белого – Старт. Эти сорта, по нашим наблюдениям и по литературным данным, восприимчивы к фузариозу (табл.1).

Таблица 1. Поражение растений видов люпина на инфекционном фузариозном фоне

Вид	Сорт	Поражено растений, %		
		1995	1996	1997
<i>L.angustifolius</i>	Узколистный 109	41.4	78.2	82.9
<i>L.albus</i>	Старт	88.1	93.0	87.8
<i>L.luteus</i>	Академический 1	11.2	19.0	19.8

Слабое варьирование по годам процента поражения разных видов люпина свидетельствует о высокой инфекционной нагрузке фона и о его специфичности. Узколистный и белый люпин поражаются сильно, а желтый, наоборот, незначительно.

Поиск положительных трансгрессий по устойчивости к фузариозу осуществ-

вляется среди гибридных номеров, у которых идет активный формообразующий процесс. Систематический отбор устойчивых растений из одних и тех же гибридных комбинаций позволяет существенно снизить или стабилизировать их восприимчивость к почвенным патогенам

(табл.2). При характеристике гибридов учитывается процент пораженных растений и степень поражения по шкале, имеющейся в классификаторе (Унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ р.*Lupinus*. (Л.,1983)).

Таблица 2. Поведение гибридных комбинаций на инфекционном фоне

Название комбинации	Поражение, %		Степень поражения, балл	
	1997	1998	1997	1998
Брянский 0390 х Тамир	19.3	12.0	5'	5
Добрыня 320 х СН 118/94	10.0	14.0	3	.5
Тамир х Брянский 1121	20.7	5.8	5	3
Данко х Лас розовый	10.0	5.1	3	3
Кристалл х Белозерный 110	29.9	12.6	7	5
Брянский 883 х Глат	24.0	6.8	5	3
Брянский П21 х Привабный	27.1	4.6	7	3
Брянский 123 х Данко	26.0	2.6	7	3

Использование фузариозного фона в селекционной работе позволяет выделять генотипы с относительно низким уровнем поражаемости, что свидетельствует о возможности создания если не устойчивых, то хотя бы толерантных форм. Такая возможность реализуется. Создан ряд сортов, имеющих высокую полевую устойчивость к фузариозу и относительно низкое по сравнению с сортом-дифференциатором Узколистным 109 поражение на инфекционном фоне (табл.3).

Таблица 3. Оценка сортов конкурсного сортоиспытания люпина на фузариозном фоне

Сорт	Поражение, %		Степень поражения, балл	
	Буто-низа-ция	Со-зрева-ние	Буто-низа-ция	Со-зрева-ние
Узколистный 109 ст.	32.0	44.0	7	7
Кристалл	12.8	20.	5	5
Пересвет	11.6	19.8	5	5
Брянский 1120	5.1	6.8	3	3
Брянский 1121	2.7	8.1	3	3
Белозерный 121	5.2	15.6	3	5
Белозерный	6.1	7.8	3	3
Надежда	3.5	9.7	3	3
Брянский 1272	9.1	15.1	3	5
Сидерат 38	2.6	6.9	3	3
Сидерат 217	2.8	7.5	3	3

Допущенный к использованию в производстве в нескольких регионах РФ сорт узколистного люпина Кристалл в течение пяти лет испытания поражался на фоне от 15 до 25%. Независимо от меняющихся по годам внешних условий норма реакции сорта по устойчивости стабильна. Сорта Белозерный 110 и Белозерный 12 являются линиями одного гибрида, но последний показывает более высокую устойчивость к болезни.

Для скороспелых колосовидных сортов зернового типа использования Надежда и Брянский 1272 устойчивость к фузариозному увяданию особенно важна, так как они имеют слабую облиственность, а урожай формируется за короткий промежуток времени. Слабо поражались как в фазу бутонизации, так и в фазу созревания сорта сидерального типа использования Сидерат 38 и Сидерат 217.

Слабое и среднее поражение на специализированном фузариозном фоне новых сортов позволяет надеяться на их высокую полевую устойчивость при испытании и размножении в различных агроклиматических зонах. При соблюдении севооборота инфекционная нагрузка в поле значительно слабее и не представляет угрозы для культуры узколистного люпина.

СОЗДАНИЕ ВЫСОКАЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ, УСТОЙЧИВЫХ К БОЛЕЗНЯМ, ВРЕДИТЕЛЯМ И НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ, НА ОСНОВЕ МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ

В.А.Лебедева, Н.М.Гаджиев

Северо-Западный НИИ сельского хозяйства, Ленинградская область

Как известно, выведение сортов картофеля, сочетающих в себе все необходимые хозяйственно ценные признаки устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды, в современных условиях наиболее целесообразно на основе межвидовой гибридизации. Опыт показывает, что при получении хозяйственно ценных форм картофеля, обладающих комплексной устойчивостью, не следует вести работу с каким-либо одним, пусть самым перспективным, видом картофеля, так как каждый из видов, имея ряд положительных признаков, несет и отрицательные. Полезно вовлечение в скрещивания наиболее ценных форм возможно более широкого круга видов картофеля.

Вплоть до недавнего времени основным методом выведения хозяйственно ценных гибридов с использованием диких видов считалось получение повторных беккроссов. Такой путь в селекции представляется уже утратившим свое значение. Используемая нами селекционно-генетическая схема предусматривает параллельное получение гибридов первого и второго поколения между селекционными сортами и различными видами картофеля. Среди гибридных сеянцев производится жесткая браковка по устойчивости. Затем отобранные сеянцы скрещиваются с тщательно подобранными селекционными сортами. Среди растений беккроссов ведется отбор как по устойчивости, так и по другим хозяйственно ценным признакам. Для повышения продуктивности, усиления устойчивости и других полезных признаков, контролируемыми полигенами, прибегаем к инцукту беккроссов, приводящему к концентрации полигенов.

В дальнейшем скрещивание между собой различных полученных таким образом селекционных линий дает возмож-

ность получить многовидовые гибриды картофеля, обладающие как высокой продуктивностью, хорошим качеством клубней и другими хозяйственно ценными свойствами, так и высокой степенью устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды.

В последние годы нами был таким образом выведен ряд сортов и перспективных гибридов картофеля, вполне отвечающих современным требованиям. Сорта Ордежский, Чародей, Снегирь проходят в настоящее время Государственное сортоиспытание, Сказка, Жаворонок, Нематодоустойчивый-26, Загадка готовятся к передаче в Госсортоиспытание.

Чародей показывает хорошие результаты почти на всех типах почв (за исключением очень тяжелых суглинков и неразработанных торфяников). В любой год он формирует высокий урожай клубней отличного вкуса как в условиях избыточного увлажнения (не боится фитотрозы), так и при дефиците влаги (имеет очень мощную корневую систему и мало страдает от засухи). Этот сорт успел уже завоевать некоторую популярность среди картофелеводов.

Снегирь - шестивидовой гибрид картофеля раннего срока созревания. Сорт столовый, высокоурожайный (урожайность до 500 ц/га). Крахмалистость клубней достигает 20%. Клубни розовые, овальные, отличного вкуса, при варке и резке не темнеющие, в вареном виде полурассыпчатые, с белой мякотью. Высокоустойчив к макроспориозу, парше обыкновенной, вирусным заболеваниям. Ракоустойчив.

Сказка - трехвидовой гибрид средне-ранних сроков созревания - отличается высокой степенью фитотрозоустойчивости. Ракоустойчив, относительно устойчив к вирусным заболеваниям. Выделяется многоклубневостью - может давать

до 30 клубней на куст. Предпочитает легкие плодородные почвы. Клубни отличного вкуса, коротко-овальные, белые с красными пятнами в местах расположения глазков. Глазки мелкие, розовые.

Жаворонок - четырех-видовой гибрид среднераннего срока созревания. Выделяется отличными вкусовыми качествами и высоким содержанием крахмала - до 22%. Урожайность клубней до 450 ц/га. Ракоустойчив. Относительно устойчив к фитофторозу, вирусным заболеваниям, парше обыкновенной. Клубни белые, овальные, в вареном виде рассыпчатые.

Нематодоустойчивый-26 - шестивидовой гибрид картофеля. Среднеспе-

льный. Урожайность достигает 350-400 ц/га, товарность 91-93%. Крахмалистость - до 22%. Клубни отличного вкуса, при варке рассыпчатые. Устойчив к золотистой картофельной нематодой и вирусным заболеваниям. Ракоустойчив. Клубни белые, овальные.

Загадка - шестивидовой гибрид. Средне-спелый, высокоурожайный - до 500 ц/га. Товарность 92-95%. Крахмалистость до 19%. Клубни обладают хорошим вкусом. Гибрид высоко устойчив к фитофторозу, парше обыкновенной, макроспориозу, относительно устойчив к вирусным заболеваниям, ракоустойчив. Клубни розовые, овальные.

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПАТОГЕННОСТИ ГРИБА *SEPTORIA NODORUM* - ВОЗБУДИТЕЛЯ СЕПТОРИОЗА ПШЕНИЦЫ

Г.И.Кобельский

*Среднерусская научно-исследовательская фитопатологическая станция РАСХН,
Тамбовская область*

Детерминантами патогенности ряда бактерий и грибов могут служить ферменты (Collmer, Keen, 1986), токсины (Daly et al., 1983), гормоны (Daly, Knoche, 1976) и другие физиологически активные соединения. Подобные сведения в отношении гриба *Septoria nodorum* Berk. ограничены. Целью настоящей работы было изучение способности данного гриба к продуцированию пектолитических и целлюлолитических ферментов, фитотоксинов и фитогормонов как возможных биохимических факторов его патогенности. В качестве объекта исследования использовали природные изоляты гриба *Septoria nodorum* и искусственно полученные на основе изолята 85-254 с помощью УФ-облучения, нитрозо-1-метилмочевины и N-метил-N-нитрозогуанидина мутанты: 85-254/2, 85-254/8, 85-254/13 (слабопатогенные) и 85-254/15, 85-254/23, 85-254/27 (высокопатогенные).

Установлено, что культура гриба *Septoria nodorum* обладает активным комплексом пектолитических и целлюлолитических ферментов, а также продуцирует ряд фитотоксичных метаболитов и фитогормоны, в частности ИУК. Мак-

симальная активность полигалактуроназы, комплекса целлюлаз и ксиланазы приходится на 5-7 сутки роста гриба, то есть на экспоненциальную фазу, характеризующуюся наиболее высокой удельной скоростью роста патогена. Переход гриба к генеративной фазе развития сопровождается снижением активности ферментов и увеличением количества ИУК с 1.5 до 6.7 нг/г сырой массы. При прорастании пикноспор резко повышается активность ферментов, возрастает содержание фитотоксинов и ИУК, одновременно усиливается секреция их в окружающую инкубационную среду. Данный процесс, по-видимому, может иметь особенно большое значение во время прорастания спор на листьях растения-хозяина. Показано, что наиболее патогенные природные изоляты и мутанты обладают и более высокой активностью ферментов, особенно полигалактуроназы и Р-глюкозидазы, и повышенной способностью к продуцированию фитотоксинов. Между патогенностью мутантов *Septoria nodorum* и способностью их к синтезу ИУК обнаружена обратная корреляционная зависимость.

СПОНТАННАЯ И ИНДУЦИРОВАННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ РИНХОСПОРИОЗА ЯЧМЕНЯ

Г.С.Коновалова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Несовершенный гриб *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) J.J.Davis вызывает опасное заболевание ячменя, проявляющееся в образовании окаймленной пятнистости на листьях, что приводит к значительным потерям урожая этой культуры. Для изучения генетики хозяин-паразитных взаимоотношений необходимы данные о частной генетике гриба *R.secalis*, которые в научной литературе представлены весьма ограниченно. Первый этап этих исследований - изучение спонтанной и индуцированной изменчивости гриба.

При изучении природных изолятов *R.secalis* была обнаружена изменчивость признаков морфологии колоний (цвет, топография, консистентность), интенсивность роста и споруляции гриба, особенности строения спор. Некоторые варианты гриба резко отличались по морфолого-культуральным свойствам от штаммов дикого типа, характеризующихся обильным спороношением, черным цветом и радиальной складчатостью колоний. При посевах природных изолятов возбудителя ринхоспориоза ячменя были выявлены спонтанно возникшие формы гриба серого, бело-розового, палево-коричневого цветов, которые появлялись в виде секторов роста при выращивании изолятов черного цвета. Используя мутагенные факторы, можно индуцировать мутанты, которые редко встречаются или полностью отсутствуют среди природных штаммов гриба.

Для изучения индуцированной изменчивости *R.secalis* использовали 4 независимых по происхождению моноклоновых штамма (4/1, 7/1, 17/1, 42/1) дикого типа с черной окраской колоний. В качестве мутагена использовали УФ-лучи. Источником ультрафиолетового излучения служили две бактерицидные лампы БУВ-30П с мощностью дозы на уровне

облучения 43 эрг/мм²-сек. При облучении споровой суспензии гриба была обнаружена его высокая чувствительность к УФ радиации, которая, по всей видимости, связана со строением конидий гриба, имеющих очень тонкие оболочки, лишенные пигмента. Уже при облучении суспензии гриба в течение одной минуты (2580 эрг/мм²-сек) его выживаемость падала до 60%. При этом было обнаружено, что разные штаммы гриба отличаются по чувствительности к УФ излучению. Это, видимо, связано с различиями в строении клеточных стенок этих штаммов (рис.).

Ультрафиолетовая радиация вызывала образование мутантов среди выживших спор гриба. Частота их возникновения была довольно высокой (0.9-13.6%). Обнаружено, что доля мутантов увеличивалась с повышением дозы облучения до определенного уровня, а затем снижалась. В результате большой серии экспериментов удалось выделить ауксотрофные и морфологические мутанты у 4-х штаммов гриба. Индуцированные мутанты отличались от своих родителей по интенсивности споруляции, скорости роста, пигментации, топографии и консистентности колоний, по потребностям в факторах роста. Следует отметить, что спектр морфологических мутантов был значительно шире по сравнению со спектром спонтанных мутантов. Среди индуцированных морфологических мутантов были обнаружены такие, которые не встречались в посевах природных изолятов (оранжевые, коричневые, светлорубовые, желтоватые).

Ауксотрофные мутанты в основном оказались нестабильными. Большинство из них было утрачено при хранении и пересевах гриба. Причина нестабильности ауксотрофных мутантов возможно связана с пластичностью генома гриба и

частыми потерями хромосом при митозах, в результате чего образуются анеуплоидные формы, которые, по мнению некоторых микологов, являются более обычным состоянием, чем эуплоидия.

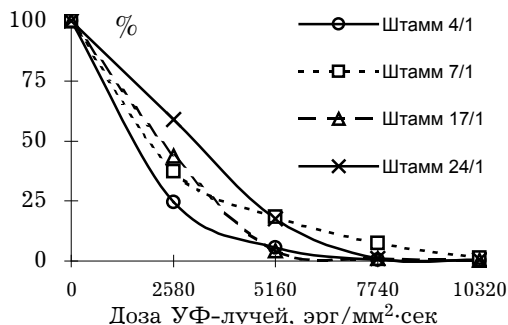


Рис. Зависимость выживаемости (%) гриба *R.secalis* от дозы УФ-лучей

Нестабильностью свойств характеризовались и морфологические мутанты, многие из которых при пересевах утрачивали первоначальные свойства и часто

выщепляли сектора роста, что также свидетельствует об их генетической неоднородности. Не исключена возможность, что некоторые признаки гриба контролируются цитоплазмой: так, высокую частоту возникновения морфологических мутантов у штамма 24/1 (13,58%) трудно объяснить ядерной природой, скорее этот признак находится под контролем цитоплазмы. Таким образом, у гриба *R.secalis* был изучен летальный и мутагенный эффект УФ-лучей. Показана гомологичность спонтанной и индуцированной изменчивости гриба по морфологическим признакам.

Чувствительность гриба к УФ-излучению, его повышенная мутабельность и нестабильность признаков дают возможность предположить, что мутационный процесс играет важную роль в изменчивости *R.secalis* и обуславливает появление в природе новых форм гриба с разнообразными морфологическими и физиологическими свойствами.

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РИНХОСПОРИОЗУ

О.С.Брискина*, И.А.Терентьева**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

**Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, Санкт-Петербург

В последнее время среди болезней ячменя все большее распространение приобретает окаймленная пятнистость, вызываемая несовершенным грибом *Rhynchosporium secalis* (Oud.)Davis. Летом 1999 г. на ГСУ (Рождествено, Ленинградская область) наблюдалось эпифитотийное развитие ринхоспориоза (Брискина, 1999). У 68% из 23 районированных и перспективных для районирования сортов, находящихся в госсортоиспытании, наблюдалась средняя и сильная степень поражения. В связи с этим представляется необходимым поиск среди образцов ячменя исходного материала для селекции по признаку устойчивости к данному заболеванию.

Проведен лабораторный скрининг 252 образцов ячменя коллекции ВИР (но-

вейший сортимент и образцы с ценными селекционными признаками) из 24 стран. Инокуляция проводилась по ранее описанной методике (Коновалова и др., 1998) сборным инокулюмом, составленным из клонов, выделенных из популяции гриба Ленинградской области в 1998 г. (Брискина, 1999). Для учета результатов инокуляции использовалась 5-балльная шкала (Коновалова и др., 1998). Результаты приведены в таблице 1.

Среди стран, представленных наибольшим количеством образцов, - Австралии, Германии, России, Франции наибольшими долями устойчивых форм обладают Франция и Австралия (30,8% и 27,6% соответственно). Процент устойчивых образцов в российском сортименте исключительно мал - 1,9% (из 34 образцов

Таблица 1. Результаты лабораторной инокуляции сборным инокулюмом *Rh.secalis* коллекционных образцов ярового ячменя (ВИР, новейший сортимент, 1999)

Происхождение	Число образцов		Происхождение	Число образцов		Происхождение	Число образцов	
	Всего	Устойчивых		Всего	Устойчивых		Всего	Устойчивых
Австралия	47	13	Мексика	5	4	Чехия	8	1
Болгария	3	2	Перу	3	1	Чили	1	1
Боливия	2	2	Польша	4	0	Швеция	5	0
Германия	43	11	Россия	34	1	Эквадор	1	0
Дания	1	0	Сирия	4	1	Эстония	4	0
Канада	2	0	США	6	0	Эфиопия	1	1
Китай	5	1	Финляндия	2	0	Югославия	4	1
Литва	1	0	Франция	65	19	Япония	1	0
Всего							252	59

один образец устойчив - Вятский (пр.7781)). Всего из всех изученных образцов устойчивыми оказались 23.4% (59 образцов). Из них к разновидности *nutans* относятся 25 образцов (42.4%), *pallidum* - 26 образцов (44%). Остальные разновидности представлены среди устойчивых сортов единичными образцами. Только один образец является местной популяцией, это к-8724 из Эфиопии, остальные являются селекционными образцами. В дальнейшем эти 59 устойчивых образцов были протестированы выборкой клонов *Rh.secalis*, в результате чего выявилось 7 образцов, устойчивых к большинству клонов (табл.2).

В 2000 г. эти же образцы были проверены в поле на искусственном инфекционном фоне, который создавался путем опрыскивания вегетирующих растений суспензией из сборного инокулюма гриба в фазы 2-3 листьев, флаг-листа и колошения. Первый учет проведен в фазу кущения, а, начиная с фазы колошения, учеты велись раз в неделю. Устойчивыми в полевых условиях оказались 5 озимых сортов ячменя - Акмее (к-30495), Alianta (к-30496), Fakir (к-30513), Intro (к-30516), Corona (к-30482) и один яровой

сорт - к-22299 (селекционная линия из Эквадора). У сорта Жерун (к-30486) заболевание проявилось только в фазу молочно-восковой спелости.

Таблица 2. Лабораторная и полевая оценка устойчивости к ринхоспориозу коллекционных образцов ячменя (ВИР, новейший сортимент, 1999-2000)

№ каталога ВИР	Проанализировано клонов		Тип реакции на инокуляцию в поле
	всего	из них вирулентных	
к-30495	15	0	0
к-30496	15	0	0
к-30513	15	0	1
к-30516	15	2	0
к-30482	9	0	1
к-22299	9	0	0
к-30486	13	1	1-кущ., 4-МВС

Таким образом, из 252 образцов ячменя коллекции ВИР (новейший сортимент) и образцы с ценными селекционными признаками) в 1999-2000 гг. устойчивыми оказалось 7 образцов как при искусственной инокуляции в лаборатории отдельными клонами, так и при инокуляции смешанной инфекцией в полевых условиях.

Литература

Брискина О.С. Оценка сортов ячменя, районированных и перспективных для районирования, на устойчивость к ринхоспориозу. /Тез. научно-практической конференции молодых ученых и специалистов "Вклад молодых ученых в решение задач научного обеспечения АПК СЗРФ", Пушкин, 1999, с.19.

Коновалова Г.С., Макарова И.Г., Брискина О.С., Афанасенко О.С. Лабораторный метод скрининга устойчивых к ринхоспориозу сортов ячменя. /Научные проблемы создания новых сортов с-х культур, адаптированных к современным условиям и переработке. СПб, 1998, с.32-35.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ЧИСЛЕННОСТИ ТЛЕЙ НА ПОДСОЛНЕЧНИКЕ

А.Б.Лаптев

НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева, Воронежская область

Скорая и точная диагностика численности быстро размножающихся тлей - важный элемент процесса управления природными системами, к которым относятся афидоценокомплексы.

Наблюдения и учеты на посевах подсолнечника показали, что традиционная балльная шкала недостаточна для полного представления о массовости развития тлей на культуре, а абсолютный учет численности их колоний обеспечивается лишь при подробном разборе соцветий на составляющие части с просмотром всех колоний. Многолетний опыт проведения таких анализов послужил основой для установления соотношения общепринятой балльной оценки с фактической численностью насекомых в корзинках. Удалось сопоставить степень заселения тлями и объем (площадь) их колоний в долях от общей площади соцветий, используемой вредителем для питания (табл.). Приведенные в таблице данные позволяют также достаточно точно определять среднюю численность (экз/корзинка) по другим показателям численности (рис.1).

Объем колоний при разной степени заселения корзинок тлями

Степень заселения, балл	Заселенная часть корзинки, %			Средняя численность, экз/корзинка ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)
	Обертка	Центр	Периферия	
1	50	-	-	до 200
2	75	25	-	439 ± 44
3	75	50	25	1063 ± 132
4	100	75	50	3239 ± 329
5	100	100	75	10102 ± 1676

На основе тех же наблюдений определены параметры динамики численности комплекса тлей на подсолнечнике, сформирована информационная база и произ-

ведена оценка статистических характеристик выборочных распределений в соответствии с "Методическими рекомендациями по разработке экспресс-метода учета численности вредителей на основе плана последовательного (ступенчатого) анализа" (1987). После анализа всех показателей и параметров статистических распределений в качестве определяющей для средних значений случайной величины (\bar{x}) была избрана доля учетов в выборках, выявившая вредителя. Результаты полевой проверки показали, что этого достаточно в сезоны с малой и средней интенсивностью заселения подсолнечника афидофауной. Относительная ошибка средней в таких условиях составляет 0.12-0.26.

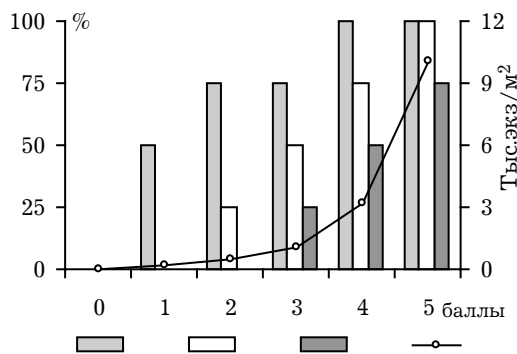


Рис.1. Связь между степенью заселения тлями корзинок подсолнечника (баллы) и другими характеристиками тлей
а - заселенная часть обертки соцветия, %;
б - то же центральной части корзинки, %;
в - то же периферийной ее части, %;
г - средняя численность тли, тыс.экз/корзинка

Наиболее надежной оценкой выборочной средней в любой сезон является процент соцветий в посевах, заселенных колониями вредителя с интенсивностью 3-5 баллов (Р), так как этот показатель

меньше подвержен колебаниям в полевых условиях. На основе эмпирических данных зависимости между выборочной средней долей растений, заселенных тлями на уровне и выше третьего балла, и средней численности тлей (экз/корзинка) описывается уравнениями вида:

$$P = 1.114 + 0.036 \bar{x}$$

и

$$\bar{x} = (P - 1.114)/0.036.$$

Учитывая, что порог вредоносности тлей соответствует $P = 8\%$, пороговая средняя численность тлей на корзинке будет составлять теоретически около 200 особей (с интервалом от 115 до 285).

Все полученные статистики были привлечены для разработки системы последовательного обследования. При этом относительно средней с учетом указанных выше величин были сформулированы две гипотезы: $H_1 - 115 \leq \bar{x}$ - низкая и $H_2 - \bar{x} \geq 200$ - высокая плотность колоний. Зона неопределенности критерия при выборе между гипотезами ограничена в интервале

$$d_1 = 150n - 986$$

и

$$d_2 = 150n + 986.$$

Графически она представлена на рисунке 2, где d - накопленное количество особей вредителя в учетах, определяемое исходя из среднего значения переменной или с помощью данных таблицы 1 путем суммирования произведений числа растений в пробе на объем колоний, соответствующий степени их заселения.

При проведении в поле последовательного учета с увеличением растений в выборке будет происходить перемещение по графику значений накопленного количества вредителя из зоны неопределен-

ности вниз или вверх и указывать на отсутствие или необходимость проведения защитных мероприятий. Используя схему последовательного анализа, объем выборки при учетах численности тлей на подсолнечнике, достаточный для принятия конкретного решения, можно сократить более чем в 5 раз. При этом время проведения учета комплекса тлей, оценки обстановки на посевах и принятия решения о применении химических средств защиты сокращается с 2-2.5 часов при учетах по старой схеме на 100 растениях до получаса.

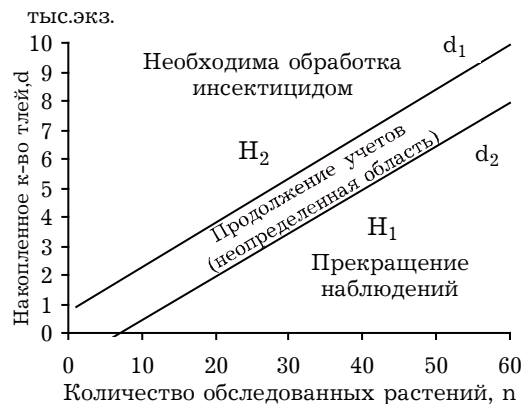


Рис.2. Схема проведения учета численности тлей на подсолнечнике и принятия решения об экономическом пороге их вредоносности $d_1 = 150n + 1000$, $d_2 = 150n - 1000$

Итак, на основе конкретных эмпирических данных о распределении тлей на посевах подсолнечника разработан план выборочного контроля, обеспечивающий получение при минимальном объеме выборки необходимой информации о плотности колоний афидофауны на подсолнечнике и позволяющий проанализировать ситуацию в зоне пороговой ее численности.

**СТАФИЛИНИДЫ (STAPHYLINIDAE, COLEOPTERA)
ПОЛЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ****Е.В.Арутюнова*, А.Т.Бязырова****

*НПО "Горное", **Северо-Осетинский ГУ

Одно из обязательных условий безпестицидных способов борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений или просто снижения пестицидного пресса - вовлечение в цикл защитных мероприятий естественных врагов фитофагов, обитающих в полевых ценозах. Естественно, это требует изучения видового состава полезной энтомофауны, определения ее роли в снижении численности вредных видов.

Из хищных жесткокрылых, обитающих в агроценозах на территории Северной Осетии, в той или иной мере известны представители семейств *Coccinellidae* (Арутюнова, 1978) и *Carabidae* (Алексеев, 1989; Арутюнова, 1994; Арутюнова, Бязырова, 1989). Изучение видового состава стафилинид (*Staphylinidae*) мы начали в четырех полевых агроценозах в рамках тематического плана лаборатории защиты растений НПО "Горное", а затем диссертационной работы А.Т.Бязыровой.

Сбор стафилинид проводился с апреля по сентябрь в течение 1989-1993 гг. в четырех агроклиматических зонах Северной Осетии - степной (данные не приводятся), лесостепной - ОПХ "Михайловское" (h=500-600 м н.у.м.), предгорной - с. Фиагдон (h=690-900 м н.у.м.) и горной - ОПХ "Даргавс", с.Ламардон (h >1000 м н.у.м.) на полях картофеля, кукурузы, озимой пшеницы, клевера. Отлов жуков вели с помощью ловушек Барбера, расположенных по диагонали поля в 50 м друг от друга. Выборка насекомых проводилась 1 раз в неделю. Кроме того, четырежды за сезон применялся метод кошения сачком.

С благодарностью отмечаем, что большинство видов было определено В.И.Гусаровым (СПбГУ).

За весь период работы в полевых агроценозах Северной Осетии было выявлено 67 и определено 64 вида, представленные в таблице. Для определения встречаемости вида в таблице использована 3-балльная шкала: 1 - редкая (единичные экземпляры вида в сборах), 2 - умеренная (от 10 до 30%), 3 - частая (более 30% в сборах).

Определенные виды относятся к 37 родам. Список видового состава стафилинид не претендует на полноту, так как вполне возможно, что мелкие виды могли не попасть в ловушки или, попав, быть съеденными другими, более крупными сородичами.

Из 37 родов по обилию видов отличались лишь четыре - *Phylonthus* (11), *Aleochara* (5), *Stenus* (4), *Atheta* (4). *Paedems* и *Platystethus* представлены тремя видами каждый, все остальные - одним, реже - двумя видами.

Анализ видового состава стафилинид, собранных в разных агроклиматических зонах, показал, что 27 из 63 видов были характерны как для лесостепной, так и для предгорной зоны. 30 видов в единичных экземплярах встречались в лесостепной зоне, например *Drusilla canaliculata* F., *Aleochara laevigata* Gull., *Dinaraea angustula* Gull., *Tachyporus nitidulus* F., *Falagria sulcata* Payk. и *Gyrophypnus fracticomis* Mull. Но только в предгорной зоне (с.Фиагдон) на участках кукурузы зарегистрированы виды *Amischa avails* Grav. и *Ammarochara umbrosa* Er.

Пять видов стафилинид - *Atheta oblita* Er., *Gyrophypnus fracticomis* Mull, *Sunius melanochalus* F., *Stenus* sp. и *Philonthus carbonarius* Gyll. - встречались как на полях картофеля и кукурузы, так и на полях озимой пшеницы и клевера.

Наибольшее разнообразие видов стафилинид отмечено на кукурузных полях (50 видов), причем только на кукурузном поле отлавливались *Phylonthus atratus* Grav., *Ph. varians* Pk, *Zeptacinus* sp., *Oxyroda* sp., и только в предгорной зоне - *Ammarochara umbrosa* Er. и *Amischa avails* Grav.

Интересно влияние вертикальной зональности на смену доминантных видов кукурузного поля. В лесостепной зоне доминировали *Oxyroda* sp., *Gabrius suffragani* Ion, субдоминантами являлись *Paederus riparius* L, *Zeptacinus* sp. В предгорной зоне на кукурузе доминировали *Falagria sulcata* Payk., *Tachypoms nitidulus* F., субдоминантами были *Anotulus mgosus* F., *Atheta elongatula* Grav., *Phylonthus immundus* Gyll. и *Dmsilla canaliculata* F. В предгорной зоне была много ниже, чем в лесостепной, и встречаемость доминантов и субдоминантов.

Одинаковой была численность видов на пшеничных (37) и картофельных полях (37). Некоторые виды были характерны для пшеницы и кукурузы или картофеля и кукурузы, или для всех трех культур. Однако только на пшеничном поле встречалась *Pycnota paradoxa* Muls Rey, а неопределенный вид *Staphylinus* sp. - только на картофельном.

Доминантами на полях озимой пшеницы можно считать *Pycnota paradoxa* Muls Rey, *Philonthus carbonarius* Gyll., субдоминантом - *Anotulus mgosus* F.

Та же картина влияния вертикальной зональности на изменение доминантов и субдоминантов наблюдается и на картофельных полях. Если в лесостепной зоне

доминантом с некоторой натяжкой можно назвать *Philonthus scribae* Fauv., то в предгорной зоне явно доминировали *Drusilla canaliculata* F., *Dinaraea angustula* Gull., явными субдоминантами были *Philonthus immundus* Gyll. и *Aleochara lygaea* Kr.

Разной в зависимости от вертикальной зональности была и плотность популяции. Если в лесостепной зоне на 10 ловушко-суток отлавливалось в зависимости от года исследований 3-27 экз. доминантных видов, то в предгорной зоне во второй половине июля улов в зависимости от вида колебался в пределах 1.3-13 экз. на 10 ловушко-суток (*Drusilla canaliculata* F. на картофеле 7.3-13 экз., *Falagria sulcata* Payk. на кукурузе 1.3-2.3 экз.).

На клеверных полях отлов стафилинид продолжался только два сезона. Не этим ли объясняется сравнительно невысокая численность видов на клевере? При этом ни один вид не был характерен только для клеверных полей.

По пищевой специализации большинство отловленных видов плотоядны. Особенно активны в этом отношении представители родов *Philonthus*, *Aleochara*, *Staphylinus*, *Stenus* и др. Лишь немногие, например *Oxytelus*, *Oxyroda*, *Atheta*, сапрофаги, не свойственные, как считают некоторые исследователи, для полевых агроценозов, а переходящие туда с других биотопов (Ломахин, 1975). Однако мы ежегодно регистрировали эти виды на полях.

Несмотря на хищный образ жизни и довольно разнообразный видовой состав стафилинид в полевых агроценозах, низкая, как правило, плотность популяций не дает основания считать их энтомофагами, способными активно контролировать численность вредителей, но вкупе с другими хищными жуками в любом случае они способствуют снижению численности фитофагов.

Таблица. Видовой состав стафилинид в полевых агроценозах Северной Осетии

Виды	Встречаемость, балл				Виды	Встречаемость, балл			
	Картофель	Кукуруза	Озпшеница	Клевер		Картофель	Кукуруза	Озпшеница	Клевер
1. Staphylinus sp.	1				33 A.subtumida Hochh		1	1	1
2 S.caesareus Gederh.	1	1		1	34 A.bipustulata L.	1	1	1	
3. Ontolestes murinus L.	1	1	1		35 Aleochara sp.	1	1	1	
4. Paederus littoralis Grav.	1			1	36 Dinaraea angustula Gull.	1	1	1	
5. P.riparius L.		2	1		37 Pycnota paradoxa Muls Rey			1	
6. P.fuscipes Qurt		1	1		38 Lathrobium cf. longulum Grav.		1	1	
7. Philonthus cognathnis Muuh		1	1	1	39 Leptacinus sp.			1	1
8. Ph.ruscipennis Mnnh		1			40 Gabrius suffragani Ion		3	1	1
9. Ph.carbonarius Gyll.	1	1	2	1	41 Drusilla canaliculata F.	1	1	1	
10 Ph.immundus Gyll.	1	1		1	42 D. angustula	1	1	1	
11 Ph. atratus Grav.		2			43 Oxytelus fulvipes Er.	1	1		
12 Ph.tenuicornis Muls Rey	1		1	1	44 O.rugosus I.		1		
13 Ph.concinnus Grav.	1	1	1		45 Astenus sp.	1	1	1	
14 Ph.lepidus Grav.	1	1		1	46 Platystethus capito Heer	1	1	1	
15 Ph.corruscus Grav.	1		1	1	47 P.arenarius F.		1		
16 .Ph.scribae Fauv.	1		1	1	48 P.nites C.Sahlb			1	1
17 .Ph.varians Pk		2			49 Atheta elongatula Grav.	1	1		
18 .Tachyporus nitidulus F.	1	1(3)			50 A.oblita Er.	1	1	1	1
19 .T.hypnorus F.	1	1	1		51 A.fungi Grav.	1		1	1
20 .Rugilus orbiculatus Payk		1	1	1	52 Atheta sp.		1		
21 .Stenus ater Manh.			1	1	53 Falagria sulcata Payk.	1	1(3)		1
22 S.clavicornis Scop.			1	1	54 Mycetoporus sp.	1		1	1
23 S.cautus Er.	1			1	55 Ocypus nero Fald.	1	1		
24 Stenus sp.	1	1	1	1	56 Gyrohypnus fracticornis Mull.	1	1	1	1
25 Anotulus tetracarinatus Bloc.		1	1		57 Heterothops sp.	1	1		
26 A.rugosus F.	1	1	1		58 Omalium rivulara Payk.	1			
27 .Zeptacinus sp.		2			59 Sunius melanochalus F.	1	1	1	1
28 Stibicus sp.		1	1		60 Scopaeus sp.		1	1	1
29 Oxypoda sp.		3			61 Guedius sp.	1	1		1
30 Zathrobium sp.		1			62 Nehemitropia livilipennis Mnnh.		1		1
31 Aleochara laevigata Gyll.	1	1(2)	1		63 Ammarochara umbrosa Er.		1		
32 A.lygaea Kr.	1	1			64 Amischa avalis Grav.		1		

Литература

Алексеев С.К. Инвентаризация фауны жесткокрылых в агроценозе Моздокского района СО АССР. /Сб. трудов СОГУ, 1989.

Арутюнова Е.В. Кокцинеллиды в садах Северной Осетии. /Наука - защите растений. Сб. реф. ВНИИЗР, Воронеж, 1978.

Арутюнова Е.В. Энтомофаги основных вредителей озимой пшеницы и кукурузы в Северной Осетии. /Эколог. безопасные и безпестицидные технологии получения раст.

продукции. Мат. Всерос. научно-произв. совещ. в Краснодаре. Пущино, 1994.

Арутюнова Е.В., Бязырова А.Т. К видовому составу жуужелиц полевых агроценозов СО АССР. /Тез. докл. X съезда ВЭО. Л., 1989.

Ломахин В.И. Фауна и распределение стафилинид Ростовской области. /Проблемы почвенной зоологии. Мат. V Всерос. совещ. Вильнюс, 1975, с.213.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗРАСТАНИЕ МАЛОЛЕТНИХ СОРНЯКОВ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ

Д.А.Иванов*, А.Е.Родионова**, Л.Ю.Юдкин*

*Всероссийский НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, Тверь

*Тверская государственная сельскохозяйственная академия

Исследования в области ландшафтно-адаптивного земледелия предполагают изучение максимально возможного числа факторов, влияющих на продукционный процесс. В отличие от классических опытов, проводящихся в максимально однородных природных условиях, в пределах полигона ландшафтно-полевого эксперимента должен быть представлен весь спектр рельефных, почвенных, микроклиматических и прочих условий.

Изучение адаптивных реакций малолетних сорняков на вариabельность природной среды в пределах ландшафтного стационара ВНИИМЗ проведено нами в 1997-1999 гг. Подробное описание создающегося стационара имеется в литературе (Иванов и др., 1999). Вариabельность проективного покрытия малолетних сорняков изучалась в посевах овса сорта Санг в пределах двух трансект-непрерывных полос через все микроландшафтные позиции конечно-моренного холма. Длина трансект 1300 м, они пересекают южный крутой склон холма, сложенный дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами, плоскую вершину с супесчаными и легкосуглинистыми почвами, пологий северный склон с легкосуглинистыми почвами и межхолмную депрессию с легко- и среднесуглинистыми почвами. Следует отметить, что наиболее заболочена межхолмная депрессия, где глеевые почвы занимают более 50% территории, а также части вершины с сильно-развитым микрорельефом (элювиально-аккумулятивные местоположения), в то время как на склонах около 25% площади приходится на слабоглеенные почвы, а глеевые, располагаясь в микропонижениях, занимают менее 20% поверхности.

Несмотря на то что трансекты располагаются в пределах одного агроланд-

шафта, их почвенно-ландшафтные условия существенно различаются. У первой трансекты, пересекающей центральные части холма, 52% площади приходится на элювиальные и элювиально-аккумулятивные местоположения, характеризующиеся нисходящим током веществ и их отрицательным балансом. Транзитные микроландшафты с боковым (латеральным) током веществ здесь занимают 30% площади, транзитно-аккумулятивные, характеризующиеся преобладанием аккумулятивных процессов, - 7.5%. Трансекта характеризуется слабой пересеченностью рельефа ($V_{\%}=22.5$) и незначительной площадью глеевых почв (15%), в то время как слабоглеенные разности здесь занимают 28.5%. Вторая трансекта, пересекая окраинную часть конечно-моренного холма, при меньшей средней высоте характеризуется большей пересеченностью рельефа ($v_{\%}=41\%$). В ее пределах значительно больше транзитных (57%) и транзитно-аккумулятивных (24%) микроландшафтов, в то время как элювиально-аккумулятивные местоположения занимают меньше трети площади. Соответственно здесь намного больше глеевых почв (60%) и очень мало слабоглеенных (12%).

Учет проективного покрытия в пределах трансект проводился в регулярно расположенных точках, отстоящих друг от друга на 40 м. В этих же точках измерялись продуктивность культуры и ландшафтно-почвенные параметры природно-территориального комплекса (ПТК).

Первоначально на первой трансекте было отмечено 10 видов многолетних сорных растений и 21 малолетних. На второй трансекте - 12 и 24 вида соответственно. Проективное покрытие их варьирует в зависимости от места нахождения

ния точки от 0 до 105% (за счет ярусного расположения сорняков). Наиболее распространенные виды: пикульники (*Galeopsis* sp.), фиалка полевая (*Viola arvensis*), марь белая (*Chenopodium album*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), мята полевая (*Mentha arvensis*), чистец болотный (*Stachys palustris*). Подобная засоренность аналогична засоренности в хозяйствах области.

В течение трех лет существования полигона засоренность культур севооборота значительно изменилась: произошло резкое сокращение и видового разнообразия, и их проективного покрытия. В посевах овса присутствовало на первой трансекте 7 видов многолетних сорняков и 5 малолетних с проективным покрытием от 0 до 47.5%. На второй трансекте - 9 многолетних видов и 10 малолетних с проективным покрытием от 1 до 31.5%. Вышеуказанные виды в посевах сохранились, но вредоносность их сократилась. Кроме того, из посевов исчезли единично встречающиеся виды.

Выявление факторов, влияющих на проективное покрытие малолетних сорняков в пределах конечно-моренного холма, проводилось на основе линейного мультирегрессионного программирования, которое, учитывая взаимодействие многочисленных факторов, позволяет выявить среди них существенные, провести их ранжирование по степени воздействия на изучаемый процесс и, в конечном итоге, построить математическую модель явления.

$$y = 116 + 0.04x_3 - 62.9x_5 - 1.6x_8 + 12.8x_9 + 3.6x_{10} + \\ + 1.2x_{12} - 2x_{13} + 7.8x_{14} + 4.7x_{15} + 3.4x_{16} - 0.5x_{18} .$$

Расчеты, выполненные для условий трансекты №2, приводят к следующим результатам:

$$y = 21.3 + 0.2x_1 - 17.2x_2 + 0.2x_3 + 17.8x_5 - 1.2x_6 - 0.9x_7 + 1.7x_8 - \\ - 0.1x_{11} - 0.3x_{12} - 0.8x_{13} - 2.1x_{14} + 2.2x_{15} + 1.2x_{16} - 2.9x_{17} + 0.4x_{18} .$$

Сравнение уравнений позволяет выделить общие факторы, влияющие на формирование проективного покрытия сорняков в пределах всего агроландшаф-

В процессе моделирования анализировались следующие среднемноголетние показатели параметров ландшафтной среды стационара: 1) относительная высота точки наблюдения (м), 2) высота снежного покрова (м), 3) запас воды в снеге (мм), 4) равновесная плотность (г/см^3), 5) плотность твердой фазы (г/см^3), 6) порозность (%), 7) влажность (об.%), 8) порозность аэрации (%), 9) pH (KCL), 10) гидролитическая кислотность (мгэкв/100 г), 11) P_2O_5 (мг/100 г), 12) K_2O (мг/100 г), 13) CaO (мг/100 г), 14) MgO (мг/100 г), 15) гумус (%), 16) количество видов малолетних сорняков, 17) количество видов многолетних сорняков, 18) проективное покрытие многолетних сорняков, 19) урожайность овса (к.ед.). Агрофизические и агрохимические параметры определялись в пахотных горизонтах.

Вследствие большой пестроты факторов природной среды и урожайности математическое моделирование проводилось на основе сглаженных методом скользящего среднего пространственных рядов показателей, что позволило выявить самые общие черты интересующих нас процессов, но в то же время несколько идеализировало результаты моделирования.

Линейное уравнение множественной регрессии, включающее факторы, влияние которых достоверно значимо на 95% уровне, и описывающее влияние вышеприведенных факторов на степень проективного покрытия малолетних сорняков (у, %) в пределах трансекты №2 имеет вид:

та конечно-моренного холма, действие которых, однако, сильно зависит от особенностей микроландшафтной обстановки. Так, плотность твердой фазы почв, во

многим определяющая величину порозности аэрации, является наиболее мощным фактором, влияющим на развитие сорняков. В условиях широкого распространения гидроморфных почв (трансекта №) наблюдается прямо пропорциональная зависимость проективного покрытия от этого фактора, а в более сухих местоположениях - обратно пропорциональная вследствие того, что увеличение аэрированности на заболоченных почвах приводит к активизации окислительных процессов, а на автоморфных - к дефициту влаги.

Повсеместно наблюдается стимуляция развития сорняков под воздействием органического вещества почв, однако влияние поглощенных оснований зависит от условий местоположения. Так, если в условиях доминирования элювиальных местоположений при средней обеспеченности почв элементами питания (трансекта №) наблюдается положительная отзывчивость сорной растительности на содержание в почве K_2O и MgO , то в пределах трансекты №, где широко развиты аккумулятивные процессы, происходит некоторое угнетение сорняков под воздействием этих элементов. Кальций повсеместно негативно влияет на развитие сорняков. Кислотные свойства почв достоверно определяют развитие сорной растительности только в условиях промывного (элю-

виального) режима почвенной толщи.

Проективное покрытие малолетних сорняков в значительной степени определяется и биологическими факторами, наиболее мощный из которых - количество их видов. С увеличением видового разнообразия конкурентная способность этой группы растений повышается, что отражается на увеличении общей ассимиляционной поверхности. В пределах первой трансекты наблюдается большая напряженность межвидовых отношений как между сорняками, так и с культурной растительностью. Это объясняется меньшей обеспеченностью здесь почв элементами питания и влагой.

Высота снежного покрова - тоже мощный фактор, влияющий на проективное покрытие сорняков, однако ее воздействие проявляется только в условиях сильнопересеченного рельефа, где создаются условия для концентрации снежных масс на подветренных склонах. В условиях слабоконтинентального климата под мощной снежной толщей происходит выпревание семян сорняков, поэтому снегозадержание может служить также и фитосанитарным приемом.

Таким образом, проведенные в условиях стационара исследования позволили существенно продвинуться в оценке влияния факторов произрастания на малолетние сорняки.

Литература

Иванов Д.А., Корнеева Е.М., Салихов Р.А., Петрова Л.И., Пугачева Л.В., Рублюк М.В. Создание ландшафтного полигона нового поколения. /Земледелие, 6, 1999, с.15-16.

ФУНГИСТАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ АЗОСПИРИЛЛ ПО ОТНОШЕНИЮ К ГРИБАМ РОДА *FUSARIUM* НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

Хоанг Хай

Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург

Способность подавлять рост и развитие почвенных фитопатогенных микроорганизмов - одно из важных свойств ассоциативных ризобактерий. Использование биопрепаратов на основе ассоциативных ризобактерий приобретает особое значение в связи с высокой стоимостью и ток-

сичностью применяемых в производстве химических средств защиты растений. Альтернативой химическим средствам являются биологические препараты, способные осуществлять защитную функцию.

Проведены исследования коллекционных штаммов селекции ВНИИСХМ

(*Azospirillum lipoferum* 137, *Flavobacterium* sp.-L-30) и штаммы р.*Azospirillum*, выделенные из почв Вьетнама. Исследования проводили на кукурузе сорта VN-10, а в полевых опытах использовали сорта Краснодарский-300 и Нововолжский.

Вегетационные опыты проводили в вегетационных домиках с естественным освещением в летний период. Растения выращивали в сосудах, содержащих 5 кг дерново-подзолистой слабокультуренной почвы (содержание гумуса 1.4%, общего азота - 0.12%, рН - 5.5-5.8. Полевые опыты проводили на выщелоченном черноземе Республики Северная Осетия и типичном черноземе Белгородской области.

Проведенные исследования показали, что все отобранные штаммы ассоциативных ризобактерий имеют высокую фунгистатическую активность по отношению к фитопатогенным грибам рода *Fusarium*. В лабораторных опытах они существенно

подавляли рост наиболее распространенных видов грибов этого рода (табл.1). При этом наибольшей фунгицидной активностью отличались штаммы 6, 50 и 137.

Таблица 1. Фунгистатическая активность перспективных штаммов ассоциативных ризобактерий

Штамм	Зона ингибирования тест-объекта, мм		
	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
6	8.0 ± 2.0	4.0 ± 0.5	4.5 ± 0.5
8	3.5 ± 0.5	3.0 ± 1.0	4.5 ± 0.8
50	7.5 ± 2.5	4.2 ± 1.0	4.0 ± 0.5
137	8.5 ± 1.5	4.2 ± 1.5	4.8 ± 2.1

В условиях вегетационного опыта изучено влияние перспективных штаммов ассоциативных ризобактерий на развитие болезней, индуцируемых фитопатогенными грибами, и пораженность ими растений (табл.2).

Таблица 2. Влияние diaзотрофов на развитие фузариоза на корнях кукурузы

Штамм	Степень поражения корней	Распространение болезни (%)	Штамм	Степень поражения корней	Распространение болезни (%)
Контроль	+	33.2	6+8	+-	100
137	+	33.2	6+8+50	++	83
6	+-	16.6	Креацин	++	100
8	+-	16.6	ЛТХ	+	49.8
311	+	49.8	ЭКОСТ	+++	33.2
50	+	33.2	Крезацин+6	++	49.8
300	+	33.2	ЛТХ+6	+	49.8
5365	++	49.8	ЭКОД+6	+	33.2
3062	+++	49.8	Крезацин+137	+	33.2
1287	+	33.2	ЛТХ+137	+	33.7
2142	+++	83.0	ЭКОСТ+137	+	33.7
137+6+8	++	49.8	137+6+3062	++	100
137+6+8+50	+	23.2			

Показано, что различные штаммы и стимуляторы роста растений оказывают широкий диапазон действий на степень распространения болезней и пораженность растений фитопатогенными грибами. Так, снижающее влияние отмечено при инокуляции растений штаммами 6 и 8. Не оказали существенного влияния на эти показатели штаммы 137, 50, 300, 311, 1287, 5365, биостимуляторы лентехнин и экост, а также их комбинации с микроорганизмами (табл.2). Штаммы 3062, 2142, а также стимулятор роста растений креза-

цин и комбинации штаммов 6+8+50, 137+6+3062 значительно увеличивали степень поражения корней фузариозом и распространение этой болезни.

Таким образом, установлено неоднозначное влияние микроорганизмов и регуляторов роста растений на поражаемость растений фузариозом, что необходимо учитывать при изготовлении и применении биопрепаратов.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЬНОВОДСТВА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ
– НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ. ПСКОВ, 4-6 ИЮЛЯ 2000 г.**

4-6 июля 2000 г. в Пскове состоялась научно-практическая конференция "Современные проблемы льноводства на северо-западе РФ". Конференция проводилась Северо-Западным научным центром РАСХН при поддержке администрации Псковской области на базе Псковского научно-исследовательского института сельского хозяйства под руководством акад. РАСХН К.В.Новожилова.

Конференция привлекла внимание большого числа организаций не только Северо-Западного региона, но и большинства других зон России, где возделывается лен. Тем самым конференция вышла за рамки регионального мероприятия и фактически имела межрегиональный характер. В работе конференции приняли участие свыше 100 человек, представлявших 11 научных учреждений Северо-Западного, Центрального и Волго-Вятского регионов России, а также работники ведомств и производственных организаций.

В конференции приняли участие первый заместитель главы администрации Псковской области А.А.Тулькин и начальник областного Управления сельского хозяйства А.В.Иванов.

Организация конференции была вызвана необходимостью обсудить приоритетные проблемы подъема льноводства в стране и его научного обеспечения. В последние 20-25 лет льноводство в России переживает глубочайший кризис и фактически превратилось в умирающую отрасль.

Если в 1981-1985 гг. культура льна занимала 526 тыс.га пашни, а в 1986-1990 гг. - 418 тыс.га, то в 1999 году лен возделывался на площади всего 95 тыс.га. С 1975 года страна прекратила экспорт льносырья и практически ушла с международного рынка. Вместе с тем во вступительном докладе председателя конференции было отмечено, что льноводство с древнейших времен долгое время определяло пульс национальной экономики России. До конца XVIII века льняное волокно занимало первое место в экспорте и составляло основную статью дохода России во внешней торговле. До начала XX в. Россия оставалась основным поставщиком этого сырья на экспорт.

Причины бедственного положения в льноводстве связаны с отсутствием государственных дотаций, диспаритета цен на материально-технические ресурсы, что привело к финансовой несостоятельности льнопроизводителей, отсутствию у них возможностей приобретения новой техники, сортовых семян, удобрений, средств защиты растений. Резко снизилась в этих условиях общая культура земледелия, произошел отказ от ведения севооборотов.

Вместе с тем, как было отмечено в докладе председателя ГКО "Росльнопеньковолокно" И.И.Круглим, в 2000 г. наметилась тенденция расширения посевов льна в стране. Они достигли 108 тыс.га, что на 6% больше, чем было в 1999 году.

К сожалению, предусмотренное федеральной целевой программой "Развитие льняного комплекса России на 1996-2000 гг." финансирование в размере 13 млрд. рублей осуществлено только на уровне 2%.

Вместе с тем на конференции было отмечено, что несмотря на низкое финансирование исследования по различным аспектам льноводства в научных учреждениях России, в том числе и в НИУ Северо-Западного научного Цен-

тра РАСХН, не прекращались.

В 19 докладах, сделанных на конференции ее участниками, нашли отражение результаты обширной работы ученых разных научных учреждений по различным направлениям исследований: агротехнике возделывания льна, методам селекции и семеноводства льна-долгунца, защите посевов от болезней, вредителей и сорняков, созданию новых технологий и машин для возделывания, уборки и переработки льна-долгунца и др.

В областных структурах АПК разрабатываются программы совместной, согласованной работы льносеющих хозяйств, льнозаводов и льнокомбинатов.

В качестве примера преодоления разобщенных ведомственных интересов была приведена работа ОАО "Бийская льняная компания", которой удалось интегрировать промышленное и сельскохозяйственное производство и контролировать в организационных и экономических аспектах всю технологическую цепочку от возделывания льна до реализации изделий из него. В хозяйствах компании внедрены прогрессивные технологии, основанные на комплексе современных машин, и достигнута урожайность волокна 15 ц/га и семян 5 ц/га.

Проблемы селекции и семеноводства были отражены в докладах зам.директора Псковского НИИСХ, к.с.-х.н М.Н. Рысева, зав. отделом Псковского НИИСХ, к.с.-х.н М.Л.Никандровой, директора ВНИИЛ, к.с.-х.н А.Н.Марченкова, зав.отделом технических культур ГНЦ ВИР им.Н.И.Вавилова, доктора биологических наук С.Н.Кутузовой, зав.группой льна-долгунца МОБИР, к.с.-х.н. И.Я.Шарова, директора Новокольнической льносеменной станции Псковской области Н.В.Смуровой. В докладах подчеркивалось, что в условиях ухудшения уровня земледелия и недостаточной обеспеченности удобрениями и средствами защиты растений неизмеримо возрастает роль сорта в увеличении урожайности и качества льнопродукции.

Достигнуты значимые результаты в создании новых сортов льна-долгунца. Так, во ВНИИЛ созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений два новых среднеспелых высокопродуктивных, устойчивых к полеганию и болезням сорта льна-долгунца А-93 и "Ленок".

Для селекции устойчивых к болезням сортов в этом институте создан уникальный банк штаммов, рас, моноизолятов возбудителей болезней льна, полученных из различных регионов России и зарубежных стран.

Совершенствование селекции сортов льна и обеспечения АПК Северо-Западного региона новыми сортами осуществляет Псковский НИИСХ, который является головной организацией по культуре льна на северо-западе.

Селекционерами института во главе с к.с.-х.н. М.Л.Никандровой за последние 5 лет созданы и переданы в государственное сортоиспытание 4 новых сорта льна-долгунца: Русич, Прибой, Восход, Антей. Первые три из них в 1999 г., а сорт Антей в 2000 году, включены в Государственный реестр селекционных достижений для Северо-Западного и Волго-Вятского регионов. В институте многие годы с применением провокационного фона продолжается работа по оценке новых сортов на устойчивость к ржавчине.

Новым акцентом в селекционном поиске явилось стремление создать сорта, менее требовательные к условиям выращивания и обеспечивающие при минимальных затратах получение достаточно высокого урожая льна-долгунца.

В докладе д.б.н. С.Н.Кутузовой была показана работа ВИР по созданию доноров устойчивости к болезням как исходного материала для селекции. Для увеличения эффективности применения ценных генотипов в практической селекции созданы 15 доноров устойчивости к фузариозному увяданию, 18 - к ржавчине, 2 - одновременно к этим двум болезням, 4 - к антракнозу, 8 - к пасмо.

В ряде докладов освещались разработки по технологиям возделывания льна. Так, во ВНИИЛ разработана и осваивается ресурсосберегающая система применения органических, минеральных удобрений и извести в льняном севообороте. Новгородским НИПТИСХ проведена сравнительная оценка пяти типов технологий, отличающихся уровнями интенсивности. Интересное сообщение было сделано М.Н.Рысевым, М.В.Гусаровой (Псковский НИИСХ) и Н.П.Авровой (ВНИИСХМ) по проблеме использования зеленых удобрений в качестве регуляторов почвенно-микробиологических процессов при выращивании льна-долгунца. Речь шла об использовании ярового рапса и озимой ржи, высеваемых в качестве сидеральных культур после уборки предшественника, для обогащения почвы свежим органическим веществом.

На конференции серьезное внимание было уделено проблемам защиты льна от сорняков, вредителей и болезней. Наряду с отмеченными уже селекционными аспектами эти проблемы нашли отражение в других докладах.

Основной доклад на эту тему был сделан зам. директора ВИЗР А.К.Лысовым. В докладе были проанализированы полученные материалы по изучению новых препаратов (фенорам супер, раксил, винцит) для борьбы с болезнями - антракнозом, фузариозом, полиспорозом, аскохитозом. Даны рекомендации по использованию новой опрыскивающей техники - опрыскивателей ОМП-630 и ОМП-2001 производства Подольского электромеханического завода, обеспечивающих экологическую безопасность и возможность снижения на 25% нормы внесения пестицидов. Подробно было рассказано об ассортименте гербицидов, рекомендуемых для борьбы с сорной растительностью на посевах льна-долгунца. В настоящее время для этого разрешено к применению 33 гербицида - витокс, хаптам, дуал, пантера, агритокс, центурион и др.

В докладе А.Н.Марченкова сообщалось о полученных во ВНИИЛ положительных результатах изучения новых биологических препаратов агат и экост, обеспечивающих эффективную защиту льна от болезней.

В ряде сообщений рассматривалась проблема создания в отечественных институтах образцов новой техники для льноводства. Так, директор ВНИПТИМЛ В.Г.Черников сообщил, что в этом институте разработаны новые льнокомбайны "Русь" и ЛК-4В, принципиально новые семяочистительные машины ВМВ-500, СОМ-500, фронтальная прямоточная льнотеребилка ТЛ-1,9 и др.

В программе конференции содержался ряд интересных сообщений о работе льнозаводов и о новых технологиях переработки льна. Участники конференции были ознакомлены с работой ОПХ "Родина" Псковского НИИСХ и опытом работы колхоза "Передовик", председателем которого уже более 30 лет является С.И. Иванов, сумевший сохранить хозяйство и обеспечить высокие показатели его экономической деятельности.

В постановлении конференции нашли отражение рекомендации по передовым приемам возделывания льна-долгунца, обращение к Президиуму РАСХН и Министерству сельского хозяйства РФ о необходимости подготовки правительственного постановления о разработке федеральной целевой программы "Развитие льняного комплекса России на 2002-2006 гг."

Обращено внимание на всемерное распространение положительного опыта работы ОАО "Бийская льняная компания" по организационному и экономическому обеспечению единого технологического цикла производства льнопродукции - от возделывания льна до реализации изготовленных из него изделий.

К.В.Новожилов*, Т.А.Данилова**, А.К.Лысов*

*Всероссийский НИИ защиты растений, С.-Петербург,

**Северо-Западный научный центр РАСХН, С.-Петербург

СОДЕРЖАНИЕ

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ О.С.Афанасенко, М.М.Левитин, Л.А.Михайлова, В.А.Жолобаев, Т.Ю.Газкаева	3
ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРЕССОУС- ТОЙЧИВОСТЬЮ РАСТЕНИЙ В АДАПТИВНОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ С.Л.Тютчев	11
НАСЛЕДСТВЕННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПШЕНИЦЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЗЛАКОВЫМ ТЛЯМ Е.Е.Радченко	36
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОСЕВОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ БОЛЕЗНЕЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ А.К.Чайка, Н.М.Мыльников	43
ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ВИДОВ ГРИБОВ РОДА <i>Cochliobolus</i> , СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ К РАЗНЫМ ХОЗЯЕВАМ Н.В.Мироненко	49
ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЮПИНА К ГРИБНЫМ И ВИРУСНЫМ БОЛЕЗНЯМ И.П.Такунов, А.С.Якушева	55
СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ РЖИ К ГРУППЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ М.Л.Пономарева, С.Н.Пономарев	59
КУКУРУЗА, ЕЕ ДИКИЕ И КУЛЬТУРНЫЕ СОРОДИЧИ КАК ОБЪЕКТЫ ПИЩЕВОЙ АДАПТАЦИИ СТЕБЛЕВОГО МОТЫЛЬКА В СЕМЕЙСТВЕ <i>Gramineae</i> Juss. Д.С.Переверзев	65
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ И РЕТАРДАНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР (обзор литературы) И.А.Прищепа	73
ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО КРИПТОЛЕМУСА (<i>Cryptolaemus montrouzie- ri</i> Muls., Coleoptera, Coccinellidae) Л.Н.Бугаева, В.И.Пилипюк, В.В.Пилипюк, Е.В.Белокопытова	94
Краткие сообщения	100
СЕЛЕКЦИЯ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ФУЗАРИОЗУ П.А.Агеева, С.Н.Борисова, Н.А.Почутина	100
СОЗДАНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ, УСТОЙЧИВЫХ К БОЛЕЗНЯМ, ВРЕДИТЕЛЯМ И НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ, НА ОСНОВЕ МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ В.А.Лебедева, Н.М.Гаджиев	102
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПАТОГЕННОСТИ ГРИБА <i>SEPTORIA NODORUM</i> - ВОЗБУДИТЕЛЯ СЕПТОРИОЗА ПШЕНИЦЫ Г.И.Кобыльский	103
СПОНТАННАЯ И ИНДУЦИРОВАННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ РИНХОСПОРИОЗА ЯЧМЕНЯ Г.С.Коновалова	104
СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РИНХОСПОРИОЗУ О.С.Брискина, И.А.Терентьева	105
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ЧИСЛЕННОСТИ ТЛЕЙ НА ПОДСОЛНЕЧНИКЕ А.Б.Лаптев	107
СТАФИЛИНИДЫ (<i>Staphylinidae</i> , Coleoptera) ПОЛЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ Е.В.Арутюнова, А.Т.Бязьрова	109
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗРАСТАНИЕ МАЛОЛЕТНИХ СОРНЯКОВ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ Д.А.Иванов, А.Е.Родионова, Л.Ю.Юдкин	112
ФУНГИСТАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ АЗОСПИРИЛЛ ПО ОТНОШЕ- НИЮ К ГРИБАМ РОДА <i>Fusarium</i> НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ Хоанг Хай	114
Хроника	116
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЬНОВОДСТВА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ - НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ. ПСКОВ, 4-6 ИЮЛЯ 2000 г. К.В.Новожилов, Т.А.Данилова, А.К.Лысов	116

CONTENTS

IMMUNOLOGIC BASES FOR CEREAL AND POTATO BREEDING FOR RESISTANCE TO DISEASES <i>Afanasenko O.S., Levitin M.M., Mikhailova L.A., Kolobaev V.A., Gagkaeva T.Yu.</i>	3
PHYSIOLOGY-BIOCHEMICAL BASES FOR STRESS RESISTANCE MANAGEMENT IN PLANTS IN ADAPTIVE AGRICULTURE <i>S.L.Tiouterev</i>	11
INHERITABLE DIVERSITY OF WHEAT FOR RESISTANCE TO CEREAL APHIDS <i>E.E.Radchenko</i>	36
METHODS OF DEVELOPING THE COMPLEX RESISTANCE IN AGRICULTURAL CROPS TO PATHOGENS IN THE PRIMORIE PROVINCE <i>A.K.Tshaika, N.M.Mylnikov</i>	43
PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS IN THE <i>COCHLIOBOLUS</i> FUNGI SPECIALIZED TO DIFFERENT HOST PLANTS <i>N.V.Mironenko</i>	49
DEVELOPMENT OF LUPINE RESISTANCE TO FUNGI AND VIRUS DISEASES <i>I.P.Takunof, A.S.Yakusheva</i>	55
BREEDING VALUE OF RESISTANCE SOURCES FOR WINTER RYE TO A GROUP OF FUNGAL DISEASES <i>M.L.Ponomareva, S.N.Ponomarev</i>	59
CORN, ITS WILD AND CULTIVATED RELATIVES OF THE FAMILY GRAMINEAE AS OBJECTS FOR FOOD ADAPTATION OF CORN BORER <i>D.S.Pereverzev</i>	65
INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE EFFICIENCY OF PESTICIDES AND RETARDANTS APPLIED IN SPIKED CEREALS <i>I.A.Pritschepa</i>	73
MASS PRODUCTION OF <i>CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI</i> MULS. (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) <i>L.N.Bugaeva, V.I.Pilipiuk, V.V.Pilipiuk, E.V.Belokopytova</i>	94
<i>Brief Reports</i>	100
DEVELOPMENT OF LUPINE RESISTANCE TO FUNGI AND VIRUS DISEASES. <i>P.A.Ageeva, S.N.Borisova, N.A.Potshutina</i>	100
USE OF INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION FOR DEVELOPMENT OF HIGH-QUALITY POTATO VARIETIES RESISTANT TO DISEASES, PESTS, AND UNFAVORABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS <i>V.A.Lebedeva, N.M.Gadzhiev</i>	102
PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF THE PATHOGENICITY OF THE FUNGUS <i>SEPTORIA NODORUM</i> CAUSING SEPTORIOSE OF WHEAT <i>G.I.Kobylskyi</i>	103
SPONTANEOUS AND INDUCED VARIATION IN THE BARLEY SCALD PATHOGEN <i>G.S.Konovalova</i>	104
SCREENING THE BARLEY COLLECTION FOR RESISTANCE TO SCALD <i>O.S.Briskina, I.A.Terentyeva</i>	105
USE OF SEQUENTIAL SAMPLING PLAN METHOD TO ESTIMATE APHID ABUNDANCE ON SUNFLOWER <i>A.B.Laptiev</i>	107
STAPHYLINID BEETLES (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) ON FIELD CROPS IN NORTH OSSETIA <i>E.V.Arutiunova, A.T.BiazYROVA</i>	109
ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE GROWING OF ANNUAL AND BIENNIAL WEEDS UNDER DIFFERENT AGRO-LANDSCAPE CONDITIONS <i>D.A.Ivanov, A.E.Rodionova, L.Yu.Yudkin</i>	112
FUNGISTATIC ACTIVITY OF <i>AZOSPIRILLUM</i> STRAINS IN RESPECT TO <i>FUSARIUM</i> FUNGI ON MAIZE CROPS <i>Hoang Hay</i>	114
<i>Chronicles</i>	116

Информация для авторов

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

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

компьютерных моделей процессов, идущих в агроэкосистемах.

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

Журнал проводит периодические дискуссии по различной тематике защиты растений.

Разделы журнала:

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

Требования к оформлению рукописи

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

В файлах, набранных в MS-DOS-редакторах, переносов слов не делать, не применять стилей, не выравнивать правый край. В Word-редакторе следует использовать без стилей и макросов либо шаблон А4 (размер шрифта - 12 пунктов), либо А5 с полями 1.5 см и размером шрифта Journal, Times или Arial 10 пунктов, в таблицах и списке литературы - 9 пунктов. Межстрочный интервал - одинарный.

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

3. Рисунки, подписи к ним, таблицы печатают на отдельных страницах. Ориентация страницы "книжная".

4. Латинские названия видов приводят при первом их упоминании в тексте.

5. Дробная часть числа отделяется точкой.

6. Примерный план оригинальной статьи: краткое вступление, методика работы, результаты и их обсуждение, выводы, список литературы.

7. При ссылках на литературу в тексте указывают фамилию автора статьи и год издания, например (Иванов, Петров, 1995) или в случае более двух авторов (Иванов и др., 1999).

8. В списке литературы приводят только цитируемые работы в алфавитном порядке (сначала на русском, затем - на иностранных языках) с указанием фамилии автора, его инициалов, названия книги или статьи, названия журнала, тома (арабскими цифрами), № или выпуска, года, страниц (через запятые). Для книг указывается место издания. Например: Иванов И.И. Название статьи. /Название журнала, 47, 5, 1999, с.20-32; Иванов И.И. Название книги. М., 1999, 250 с.

9. Рукописи статей авторам не возвращаются.

10. Первому в списке автору высылается номер журнала и 10 отисков.