

На правах рукописи

ГРУШКО Галина Владимировна



**КОНТАМИНАЦИЯ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ
ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ МИКОТОКСИНАМИ
В УСЛОВИЯХ ПОРАЖЕНИЯ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ ФУЗАРИОЗОМ КОЛОСА
В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ**

Специальность 03.00.04 – Биохимия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Краснодар - 2005

Работа выполнена в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства им. П.П.Лукияненко Россельхозакадемии

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор
Линченко Сергей Николаевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Цикуниб Аминет Джахфаровна
кандидат биологических наук,
Назарько Марина Дмитриевна

Ведущая организация: Кубанский государственный
аграрный университет

Защита состоится « 24 » ноября 2005 года в 15⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.100.05 в Кубанском государственном технологическом университете по адресу: 350072, г.Краснодар, ул. Московская, д.2, корпус А, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского государственного технологического университета.

Автореферат разослан « 24 » октября 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. техн. наук, доцент



Минакова А.Д.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ¹

1.1. Актуальность темы. Жизнедеятельность токсинообразующих грибов снижает урожайность и качество зерна злаковых культур, создает условия заражения микотоксинами пищевого сырья и продуктов питания. Приобретение зерном ядовитых свойств в период созревания и хранения, вследствие накопления микотоксинов, представляет опасность для здоровья человека. Поэтому решение проблемы обеспечения высокого качества и безопасности пищевых продуктов, получаемых из зерна пшеницы является одной из важнейших составляющих реализации концепции здорового питания населения России, получившей уровень государственной политики и закреплённой Федеральным Законом «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

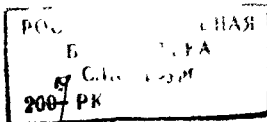
В Краснодарском крае в последние годы распространение фузариоза, поражающего колос и зерно озимой пшеницы, приобретало эпифитотийный характер.

К настоящему времени достигнуты значительные успехи в изучении свойств микотоксинов и биологии грибов-продуцентов микотоксинов. Однако добиться реального снижения развития фузариозов и противостоять им пока не представляется возможным. Поэтому в дальнейшем изучении нуждаются как непосредственно динамика заболеваемости озимой пшеницы фузариозом колоса, так и региональные закономерности взаимосвязей между условиями выращивания зерновых культур и распространением фузариоза колоса.

1.2. Цель и основные задачи исследования. Цель работы – исследовать масштабы контаминации зерна озимой пшеницы и продуктов его переработки микотоксинами фузариума в Краснодарском крае, динамику заболеваемости посевов фузариозом колоса, обосновать возможные пути снижения заболеваемости озимой пшеницы и уменьшения интенсивности контаминации фузариотоксинами пищевых продуктов, полученных из зерна пшеницы. В соответствии с этим были определены следующие основные задачи:

– исследовать динамику заболеваемости озимой пшеницы фузариозом колоса в Краснодарском крае с учетом региональных особенностей агрометеорологических условий вегетации на протяжении 1990-2000 гг., с

Автор выражает глубокую благодарность за помощь при выполнении научных исследований директору КНИИСХ им. П.П.Лукияненко Россельхозакадемии к.э.н. Романенко А.А.



целью получения нетоксичных пищевых продуктов и зерна;

- определить биохимическими методами присутствие микотоксинов фузариума в пробах зерна озимой пшеницы, используемой на пищевые продукты на территории края;

- изучить масштабы и динамику контаминации фузариотоксинами зерна озимой пшеницы пищевого назначения урожаев 1993-2000 гг.;

- исследовать в избранных временных рамках масштабы и динамику контаминации микотоксинами фузариума муки, хлебобулочных, макаронных и крупяных изделий из зерна озимой пшеницы на территории Краснодарского края;

- оценить вероятную опасность для населения фузариотоксинов, содержащихся в продуктах питания из озимой пшеницы и эффективность детоксикации зерна на предприятиях агропромышленного комплекса Краснодарского края;

- изучить и обосновать комплекс агротехнических приемов, препятствующих поражению озимой пшеницы фузариозом колоса в условиях Краснодарского края, с целью снижения токсичности получаемых из зерна продуктов;

- исследовать влияние интенсивности минерального питания растений на развитие фузариоза колоса и разработать рекомендации по оптимальному применению минеральных удобрений в рамках интегрированной защиты посевов озимой пшеницы;

- провести сравнительную оценку эффективности фунгицидов в отношении фузариоза колоса озимой пшеницы, для снижения контаминации микотоксинами зерна и продуктов переработки;

- разработать рекомендации по применению химических средств защиты растений от фузариоза колоса в условиях Краснодарского края.

1.3. Научная новизна. Впервые проведены биохимические исследования уровня контаминации и спектра присутствующих микотоксинов фузариума в зерне озимой пшеницы, изготавливаемых из него продуктах питания на территории Краснодарского края в период 1993-2000 гг.

Проанализирована потенциальная токсикологическая опасность зерна урожаев 1993-2000 гг. и продуктов его переработки для здоровья населения

Получены новые данные о динамике заболеваемости озимой пшеницы в Краснодарском крае фузариозом колоса на протяжении 11 лет. Впервые установлено, что климатические условия оказывают влияние на характер распространения и масштабы поражения растений фузариозом. Выявлены периоды эпифитотийного развития болезни. Определены агроклиматические

зоны и районы края, лидирующие по заболеваемости посевов фузариозом колоса и присутствию микотоксинов в зерне и хлебопродуктах.

Впервые исследована сравнительная эффективность и экспериментально определены оптимальные способы защиты посевов приемами агротехники в сочетании с химическими фунгицидными средствами применительно к условиям Краснодарского края в сочетании всех факторов эпифитотийного развития фузариоза колоса.

Оценена опасность микотоксикозов и угроза состоянию здоровья, как важнейшего составляющего звена качества жизни населения Кубани.

Предложен комплекс профилактических мероприятий по снижению содержания выявленных микотоксинов в пищевых продуктах.

Показано, что содержание микотоксинов в конечных продуктах производства (в сравнении с зерном пшеницы) даже в условиях эпифитотийных вспышек фузариоза колоса (1992-1993 гг. и 1998 г.) в большинстве случаев не превышало ПДК и пищевые продукты из озимой пшеницы, выращенной на территории края, не представляли токсикологической опасности.

Установлено, что технологическими приемами переработки зерна достигается детоксикация 50% фузариотоксинов.

Показано, что биохимические методы определения микотоксинов в зерне и в продуктах его переработки на основе тонкослойной хроматографии (ТСХ) дают возможность в условиях Краснодарского края объективно оценивать и контролировать контаминацию фузариотоксинами.

1.4. Практическая ценность работы. Разработаны рекомендации по интегрированной защите посевов озимой пшеницы от фузариоза колоса.

Обоснована необходимость при организации мониторинга присутствия микотоксинов фузариума в продуктах питания в крае (особенно на фоне эпифитотийного развития фузариоза колоса озимой пшеницы) уделять главное внимание биохимическому контролю за содержанием микотоксина и проведению технологических приемов его детоксикации.

Рекомендовано внедрение в сельскохозяйственное производство Краснодарского края разработанной технологии интегрированной защиты посевов от фузариоза колоса, сочетающей оптимальные агротехнические приемы возделывания и химической защиты растений озимой пшеницы, с целью сокращения показателей заболеваемости посевов на полях края, внесения вклада в увеличение рентабельности сельскохозяйственного производства (сокращение потерь) зерна и оздоровлению рациона питания населения.

Результаты исследований и разработанные рекомендации реализованы в производственной деятельности сельскохозяйственного производственного

кооператива племзавода-колхоза (СПК ПЗК) «Наша Родина» и ООО «Атаманское», а также в учебном процессе Кубанского государственного университета (КубГУ).

1.5. Апробация работы. Материалы и положения диссертации доложены и обсуждены на VII Всероссийском конгрессе «Экология и здоровье человека» (г. Самара, 2001), I и III Всероссийских научно-практических конференциях «Социально-экономическое развитие России в XXI веке» (г. Пенза, 2002, 2004), Всероссийской научно-практической конференции «Роль социальных, гигиенических и биологических факторов в становлении возрастных особенностей здоровья населения» (г. Пенза, 2003), II и III Международных научно-практических конференциях «Медицинская экология» (г. Пенза, 2003, 2004), VI и VII Международных научно-практических конференциях «Экология и жизнь» (г. Пенза, 2003, 2004), Международной научно-практической конференции «Здоровье и образование» (г. Анталия, Турция, 2003), III и V Общероссийских научных конференциях с международным участием «Успехи современного естествознания» (г. Дагомыс, 2003, 2004), VII и VIII Международных научно-практических конференциях «Экономика природопользования и природоохраны» (г. Пенза, 2004, 2005), I и II Международных научных конференциях «Эколого-гигиенические проблемы регионов России и стран СНГ» (г. Умаг, Хорватия, 2004), Международных научных конференциях «Экология и здоровье населения» (г. Умаг, Хорватия, 2004, 2005) и «Междисциплинарный уровень интеграции современных научных исследований» (г. Анталия, Турция, 2004), II Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития сельскохозяйственных технологий» (о. Крит, Греция, 2004), II Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники» (г. Шарм-эль-Шейх, Египет, 2004), II Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные исследования. Образование, экономика и право» (г. Рим, Италия 2004), Международном конгрессе «Высокие технологии» (г. Париж, Франция, 2004), V Всероссийской научно-практической конференции «Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание» (г. Пенза, 2005), III Всероссийской научно-практической конференции «Факторы устойчивого развития экономики России на современном этапе (федеральный и региональный аспекты)» (г. Пенза, 2005), III Международной научно-практической конференции «Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных» (г. Пенза, 2005), III Международной научной конференции «Экология и рациональное природопользование» (г. Хургада, Египет, 2005),

Международных научных конференциях «Проблемы агропромышленного комплекса» (г. Паттайа, Тайланд, 2005) и «Фундаментальные и прикладные проблемы медицины и биологии» (Дубай, ОАЭ, 2005; Тунис, 2005), III научной конференции с международным участием «Медицинские, социальные и экономические проблемы сохранения здоровья населения» (г. Анталия, Турция, 2005), III Международной научной конференции «Мониторинг окружающей среды» (г. Римини, Италия, 2005), а также на заседании методического совета селекционных и технологических отделов КНИИСХ им. П.П.Лукияненко Россельхозакадемии с приглашением представителей Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ), Кубанского государственного аграрного университета, Кубанского государственного университета, Краснодарского сельскохозяйственного биотехнологического центра АТН РФ и Кубанского государственного медицинского университета.

1.6. Публикации По материалам диссертации опубликовано 21 работа в том числе 18 статей в сборниках трудов научных конференций различного уровня.

1.7. Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 187 страницах компьютерного текста и состоит из введения; трех глав, включающих аналитический обзор научно-технической и патентной литературы, экспериментальную часть (описание материалов и методов исследования), результаты исследования и их обсуждение; заключения; выводов; списка использованной литературы, а также списка использованных авторских свидетельств и патентов. Библиография включает 181 литературный источник, из них – 92 на русском и 89 на иностранных языках. Работа содержит 4 рисунка, 4 схемы и 49 таблиц. Приложения даны на 7 страницах.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1. Введение. Дано обоснование актуальности выбранной темы, сформулирована цель работы.

2.2. Аналитический обзор. В первой главе в соответствии с целью работы проведен анализ литературных данных и патентных источников, обсуждены биохимические и токсикологические свойства микотоксинов, приводится оценка современного состояния проблемы поражения пшеницы фузариозом в южных регионах России, рассмотрены особенности контаминации микотоксинами зерна пшеницы и продуктов его переработки. На основании всестороннего анализа определены задачи собственных исследований.

2.3. Методическая часть Во второй главе работы освещены материалы и методы исследования. В опытах использованы сорта озимой мягкой пшеницы Спартак, Скифянка, Сфера, Юттина, Юна, Ника Кубани, Победа-50 и озимой твердой пшеницы - Кристалл-2 и Корунд-2. Изучение динамики заболеваемости озимой пшеницы фузариозом колоса проводилось на территории Краснодарского края в период с 1990 по 2000 гг. Маршрутные обследования посевов осуществлялись согласно Методическим указаниям по учету фузариозного зерна и визуальному определению фузариозного зерна пшеницы (1988), рекомендациям по фитосанитарной экспертизе зерновых культур [И.Я.Поляков и соавт., 1984, 1995; А.Ф.Ченкин и соавт., 1994]. Определяли площадь зараженных посевов, распространенность (частоту встречаемости) и интенсивность развития болезни (поражения растений) по общепринятой в фитопатологии методике, рекомендуемой Всероссийским научно-исследовательским институтом защиты растений и ведущими отечественными экспертами [И.Я.Поляков и соавт., 1984, 1995; А.Ф.Ченкин и соавт., 1994; В.А.Захаренко и соавт., 1998], с расчетом средневзвешенных значений.

В период с 1993 по 2000 гг. проводили анализы проб зерна озимой пшеницы и полученных из него продуктов: муки, отрубей, круп, макаронных и хлебобулочных изделий, отобранных в зерносеющих районах края. Исследовали качество пшеницы, а также содержание группы микотоксинов наиболее типичных для озимых зерновых культур региона Северного Кавказа видов фузариума: vomitоксина, ЗЛ и Т-2 токсина при помощи стандартизованного серийно выпускаемого лабораторного испытательного оборудования общепромышленного и отраслевого применения, государственных стандартных образцов ДОН, ЗЛ, Т-2 токсина и др. согласно К.И. Эллер, В.С. Соболев (1985), ГОСТ 13586.5-85, ГОСТ 13586.5-93, Методическим указаниям по обнаружению, идентификации и определению содержания дезоксиниваленола (vomitоксина) и зеараленона в зерне и зернопродуктах (1990), инструкции «Порядок контроля за содержанием пестицидов, токсичных элементов, микотоксинов и микроорганизмов в продовольственном зерне и зернопродуктах в системе хлебопродуктов» (1992).

Влажность зерна определяли по ГОСТ 13586.5-85, ГОСТ 13586.5-93. Изучение фузариозных зерен проводили в соответствии с действующими инструкциями, методическими указаниями и нормативными документами по выявлению фузариозного зерна и присутствию микотоксинов, а также требованиями СанПиН при оценке безвредности изготовленных на основе зерна пищевых продуктов.

Метеорологические условия учитывали, определяя температуру воздуха (°C) и ее отклонение от нормы (%); температуру почвы (°C) на поверхности, на глубине узла кущения растений и среднюю на глубине 10 см; количество осадков (мм) и отклонение суммы осадков от нормы (%); среднюю относительную влажность воздуха (%). В зимнее время учитывали глубину промерзания почвы (см) и высоту снежного покрова (см). Для статистической обработки данных и получения расчетных показателей использованы стандартные пакеты прикладных программ (P-STAT и SPSS).

При разработке комплекса интегрированной защиты посевов озимой пшеницы от фузариоза колоса исследовали влияние отдельных агроприемов, их различных сочетаний, а также химического метода борьбы с фузариозом колоса. Определяли влияние нормы высева семян озимой пшеницы на интенсивность развития фузариоза колоса. Определяли взаимосвязь между способом предпосевной обработки почвы, интенсивность минерального питания растений на фоне азотного питания N_0 , N_{30} , N_{60} , N_{90} кг/га, в сочетании с разными способами предпосевной обработки почвы (вспашка, плоскорезная, фрезерная; чередование через год пахоты с поверхностной обработкой).

Эффективность предпосевной обработки семян и обработки вегетирующих растений фунгицидами, и их комплексными смесями согласно Государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в РФ (фундазол, импакт, спортак, альто, фолликур, тилт, рекс КС, опус, корбел, гранит), проводили в полевых условиях производственных посевов в четырехкратной повторности с рендомизированным размещением делянок. Для гарантированного проявления и создания высокого фона заражения фузариозом колоса растений в опытах проводилось создание инфекционного фона (В.К. Неофитова, 1976; Л.К. Антипова, Г.В. Волкова, 2000; T. Miedaner et al., 1996). Биологическая эффективность обработки фунгицидами рассчитывалась в экспериментах по формуле:

$$C = 100 \cdot (a - b) / a ,$$

где: C – биологическая эффективность (%); a – степень развития болезни в контроле; b – то же на обработанных делянках.

Статистическую обработку результатов исследований производили традиционными методами, описанными в монографии Б.А. Доспехова [1968]. Все расчеты выполнены на IBM-совместимых персональных компьютерах.

2.4. Результаты исследования и их обсуждение. В третьей главе диссертации изложены результаты собственных исследований.

Установлено, (табл.), что на протяжении 11 лет площадь зараженных фузариозом колоса полей озимой пшеницы значительно увеличивалась в интервале с 1991 по 1994 гг., достигнув максимума во время вспышки заболевания 1993 г. (77% посевных площадей). Второй пик масштабного заражения посевных площадей (56,9%) был летом 1998 г.

Наиболее высокие показатели распространения фузариоза колоса на посевах озимой пшеницы (рис. 1) встречались в 1992-1993 гг (соответственно 6,5 и 7,1%).

В последующем лишь 1998 г. охарактеризовался увеличением количества пораженных колосов в среднем до 3%. Максимальный уровень поражения посевов на полях выявлен на территории хозяйств Центральной (40%, 1992 г.), Северной (75%, 1993 г.) и Западно-Дельтовой (до 60%, 1998 г.) агроклиматических зон Краснодарского края.

Пик развития болезни для фузариоза колоса также пришелся на вспышку фузариозов 1992-1993 гг (рис. 2). В остальные годы исследуемого интервала времени поражение растений было незначительным – 0,3-0,4% (1990-1991 гг.), либо стремилось к нулю.

В 1992, 1993, 1998 гг. складывались критические погодные условия, благоприятствовавшие развитию фузариозов. Колошение и цветение растений в 1992, 1993 гг. сопровождалось неустойчивой погодой с частыми дождями при пониженном температурном режиме; количество осадков достигало 2,0-2,9 норм, относительная влажность воздуха – до 85%. Созревание озимых (молочная спелость, налив и созревание зерна) также протекало при малоблагоприятных условиях: дожди (до 3 и более норм), град, пониженная температура и ветры сдерживали созревание, увеличивали площадь полегших посевов, в условиях повышенного влагосодержания в почве и воздухе это способствовало массовому развитию грибковых болезней.

В 1992-1993 гг. уборка проводилась при неблагоприятных условиях вследствие дождей или высокой влажности зерна, поэтому зерно поступало на приемные пункты с высокой влажностью.

Таким образом, агроклиматические условия вегетации озимых культур в Краснодарском крае, имеют особенности, оказывающие существенное влияние на степень поражения посевов пшеницы грибами рода *Fusarium*. В годы максимального эпифитотийного поражения посевов преобладала сырая, дождливая погода с понижением температуры и увеличением относительной влажности воздуха, превышение норм осадков и влагозапасов в почве, особенно на протяжении критических для данного заболевания периодов вегетации.

Таблица

Результаты исследований поражения посевов озимой пшеницы фузариозом колоса
на территории Краснодарского края в период 1990-2000 гг.

Годы	Обследо- вано, тыс. га	Зараже- но, тыс. га	Средневзвешенный %		Максимальное поражение посевов		
			распро- странения болезни	развития болезни	%	га	Район края, агроклиматическая зона
1990	259,3	46,7	1,4	0,3	7	70	Приморско-Ахтарский (Центральная)
1991	503,8	173,3	1,4	0,4	22	15	Тимашевский (Центральная)
1992	956,7	669,0	6,5	2,4	40	30	Тимашевский (Центральная)
1993	985,7	736,4	7,1	1,9	75	70	Каневской (Северная)
1994	647,8	278,1	0,9	0,02	20	91	Мостовский (Южно-Предгорная)
1995	264,4	31,9	0,4	0,01	5	72	Каневской (Северная)
1996	466,6	30,0	0,8	0,01	5	151	Северский (Южно-Предгорная)
1997	148,3	26,2	0,8	0,01	15,2	12	Усть-Лабинский (Центральная)
1998	364,2	207,1	3	0,03	60	130	Красноармейский (Западно-Дельтовая)
1999	131,0	12,2	1,0	0,02	3	25	Тимашевский (Центральная)
2000	233,2	30,9	1,0	0,02	25	30	Отрадненский (Южно-Предгорная)

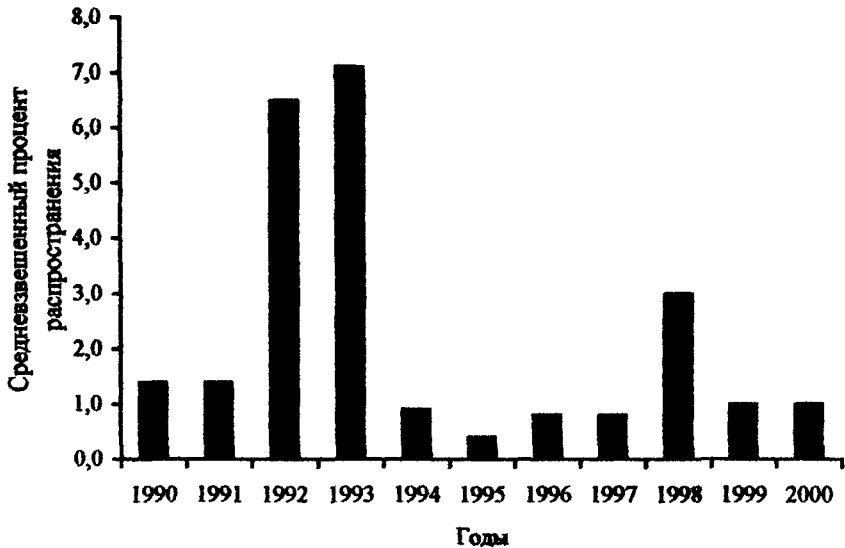


Рис. 1. Динамика распространения фузариоза колоса на посевах озимой пшеницы в Краснодарском крае в период 1990-2000 гг.

Дополнительными факторами, стимулирующими заболеваемость растений, являются теплая сырая осень, мягкая неустойчивая погода зимой с чередованием оттепелей, морозов, таянием снегов и частыми осадками. Они способствуют заражению всходов, сохранению в почве и растительных остатках возбудителей *F. graminearum* и других грибов рода *Fusarium*. Выявленные в Краснодарском крае закономерности в целом согласуются с литературными данными, содержащими указания на вероятные условия риска заболевания пшеницы фузариозом колоса.

Содержание в пробах собранного урожая фузариозных зерен составляло 0,01-0,93%, в большинстве случаев находясь в допустимых пределах, однако в 1993 г. в ряде партий пшеницы этот показатель неоднократно превышал норму в 1,12-1,5 раза (на территории Кореновского, Ленинградского, Выселковского, Теучежского районов).

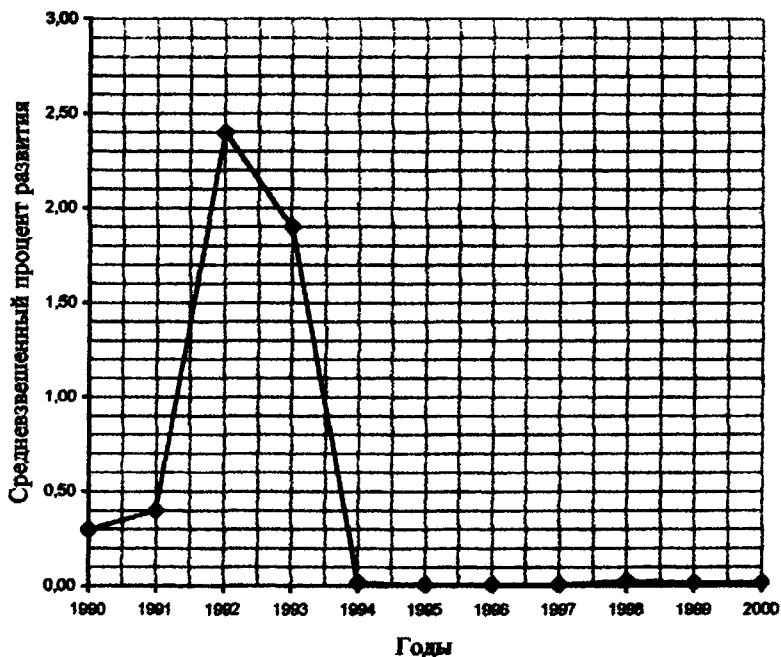


Рис. 2. Результаты исследования развития фузариоза колоса на посевах озимой пшеницы в Краснодарском крае в 1990-2000 гг.

Влажность партий зерна (11-14,4%) в подавляющем большинстве случаев, кроме 1997 г. (15,4-15,8%) не превышала допустимых значений.

Исследование озимой пшеницы и получаемых из нее пищевых продуктов в период с 1993 по 2000 гг. на присутствие микотоксинов: вомиотоксина, ЗЛ и Т-2 токсина выявило, что из группы микотоксинов преобладало заражение зерна озимой пшеницы вомиотоксином; остальные токсины встречались редко. Незначительные концентрации Т-2 токсина ($<0,02-0,05$ мг/кг) были выявлены в зерне пшеницы Кушевского и Красноармейского (2000 г.) районов.

Вомиотоксин многократно выявлялся в пробах зерна урожая 1993 г., причем его концентрации превышали (до 2-4,3 раза) ПДК на территории

Выселковского, Калининского, Каневского, Кореновского, Курганинского, Ленинградского, Тбилисского, Успенского районов края, а также в Тахтамукайском и Теучежском районах Республики Адыгея. Однако после вспышки фузариозов 1993 г. наступил спад заболеваемости озимых культур. Поэтому в 1994-2000 гг. содержание фузариозных зерен в пробах озимой пшеницы стало минимальным, а в ряде районов отсутствовало. Вероятно, этим объясняются и сравнительно редкие случаи выявления в пробах пшеницы незначительных концентраций vomitоксина, не превышавших ПДК.

Мука и другие пищевые продукты, изготавливаемые из зерна озимой пшеницы, также нередко оказывались заражены vomитоксином. В период 1993-1995 гг. vomитоксин чаще обнаруживался в пробах пшеничной муки разных сортов и хлебобулочных изделий в концентрациях от следовых до более высоких (0,17-0,4 мг/кг), но не превышающих в большинстве случаев ПДК. После 1993 г. контаминация пищевых продуктов vomитоксином стала постепенно снижаться. В 1995 г. в одной из проб белого хлеба Кропоткинского хлебокомбината был выявлен ЗЛ - 0,2 мг/кг (ниже ПДК). В 1996-1999 гг. микотоксины в пищевых продуктах не были обнаружены. В 2000 г. вновь на территории ряда районов края в составе выборочных проб муки, круп и различных готовых к употреблению хлебобулочных изделий были выявлены все исследуемые микотоксины: vomитоксин, ЗЛ, Т-2 токсин, но их концентрации были невелики и не достигали ПДК.

Установлено, что содержание микотоксинов в готовых к употреблению пищевых продуктах, в сравнении с масштабами заражения зерна озимой пшеницы, было существенно ниже и в преобладающем большинстве исследованных проб не превышало предельно допустимых значений. Снижение содержания микотоксинов в конечных продуктах пищевого производства в сравнении с исходным сырьем (зерном пшеницы) можно объяснить, по-видимому, применением на предприятиях агропромышленного комплекса Краснодарского края специальных технологических приемов переработки и детоксикации, включая очистку свежесобранных партий зерна в процессе обмолота и приема, уменьшения влажности зерна путем солнечной и тепловой сушки, снижения влажности воздуха в межзерновых пространствах, влажности и температуры зерна с помощью активного вентилирования и пр.

В то же время, достоверно показано, что заражение растений на полях не всегда тесно коррелирует с концентрациями микотоксинов в собранном урожае. Содержание микотоксинов зависело от момента их проникновения в растение: чем короче период от проникновения до сбора урожая, тем ниже

может быть концентрация микотоксинов. Во всех случаях, чем быстрее зерно подвергается сушке, тем скорее грибок прекращает жизнедеятельность.

Таким образом, разрушение токсинов или превращение их в менее опасные соединения достигается в процессе технологической обработки пищевого сырья и получаемых из него продуктов термическим либо химическим воздействием за счет размыкания эпоксидного кольца, что влечет за собой утрату биологической активности: соединения с раскрытой эпоксидической группой С-12 – С-13 становятся практически не токсичны. Это подтверждается также работами В.А.Тутельян, Л.В.Кравченко (1985). Полученные в результате проведенных нами исследований данные подтверждают тот факт, что более 50% токсинов в пищевых изделиях из муки, загрязненных Т-2 токсином, vomitоксином, разрушаются в процессе выпечки продукта при 210.° Степень разрушения ТТМТ возрастает с увеличением температуры и продолжительности воздействия, существенно ускоряя детоксикацию конечных продуктов.

Химические способы детоксикации фузариотоксинов пока не находят широкого промышленного применения, вероятно, по причинам их недостаточной изученности и несовершенства. Однако они могут быть перспективны. Как известно, в щелочных растворах эфирные группы ТТМТ омыляются, а эпоксидная группа (С-12 – С-13) раскрывается под действием сильных минеральных кислот, более 50% ЗЛ разрушается в течение 1 ч. кипячением в щелочной среде. В продуктах, подвергаемых ферментации с дальнейшей технологической переработкой, может достигаться полная детоксикация ЗЛ, о чем свидетельствует переработка зараженного зерна в спиртовой промышленности.

Резюмируя результаты исследования контаминации зерна озимой пшеницы и изготавливаемых из нее пищевых продуктов микотоксинов, можно заключить, что использованные при выполнении работы биохимические методы определения микотоксинов позволяют объективно оценивать масштабы контаминации фузариотоксинами зерна и пищевых продуктов из пшеницы. В настоящее время на территории Краснодарского края превалирует заражение vomitоксином. Другие микотоксины встречаются значительно реже. В исследуемом интервале времени выделяется заражение зерна и пищевых продуктов урожая 1993 г. Затем в 1994-1995 гг. наметилась тенденция снижения показателей содержания микотоксинов, достигавших минимума в 1996-1999 гг. В 2000 г. масштабы контаминации зерна озимой пшеницы и продуктов питания микотоксинами были незначительны.

Применяемые на предприятиях агропромышленного комплекса Краснодарского края технологические приемы переработки загрязненного микотоксинами зерна озимой пшеницы в целом, по-видимому, обеспечивают частичную – более 50% (а в некоторых случаях и полную) детоксикацию конечных пищевых продуктов, хлебобулочных изделий. Важно, что содержание микотоксинов в конечных продуктах производства (в сравнении с исходным сырьем - зерном пшеницы) даже в условиях эпифитотийных вспышек фузариоза колоса (1992-1993 гг. и 1998 г.) в большинстве случаев не превышало действующих ПДК. Это свидетельствует о достаточно качественной технологической обработке зерна и зернопродуктов. Следовательно, пищевые продукты из озимой пшеницы, выращенной на территории края, не представляли токсикологической опасности здоровью населения. Установлено, что наиболее пристальное внимание в этом плане следует уделять контролю за содержанием в пищевых продуктах и технологическим приемам детоксикации vomitоксина.

При выполнении работы нас заинтересовали возможности разработки и совершенствования способов интегрированной защиты посевов озимой пшеницы от фузариоза колоса применительно к условиям Краснодарского края. Поэтому параллельно в экспериментах на сортах озимой мягкой пшеницы изучали эффективность отдельных агроприемов, их различных сочетаний, а также химического метода борьбы с данным заболеванием. В итоге представляется возможным сформулировать ряд положений в качестве рекомендаций по интегрированной защите растений:

- при помощи агротехнических приемов возделывания озимой пшеницы можно косвенно, через растения, оказывать влияние на развитие фузариоза колоса;
- с целью снижения количества инфекционного начала в севообороте рекомендуется чередование через год (при подготовке почвы к севу) пахоты и поверхностных способов обработки, не следует допускать загущения посевов.
- использовать минеральные удобрения, в особенности азотные, следует только с учетом результатов диагностики состояния почвы и растений, не допуская применения поздних подкормок посевов восприимчивых сортов при складывающихся благоприятных для развития фузариоза колоса условиях;
- использование химических средств защиты растений против фузариоза колоса необходимо только в те годы, когда присутствуют все факторы эпифитотийного развития данного заболевания (наличие большого запаса инфекции; наличие восприимчивых растений; дождливые май-июнь);

- применение фундазола, его сочетаний с калия хлоридом и фузарицином целесообразно только при условии двукратной обработки посевов;

- биологическая эффективность препаратов спортак и альто против фузариоза колоса не велика (56-58% и 39-43% соответственно), однако дополняется широким спектром фунгицидного действия, что способствует сохранению в среднем 6,3 (спортак) и 6,7 (альто) ц зерна с гектара и особенно действенно при комплексном поражении посевов гнилями и фузариозом колоса или ржавчинными заболеваниями и фузариозом колоса;

- при угрозе эпифитотийного развития фузариоза колоса следует применять максимально разрешенные нормы расхода препаратов, не допуская их снижения;

- при использовании фунгицидов существенное значение имеет срок (фаза развития) и кратность обработок посевов, эффективность фунгицидов увеличивается при комплексном применении с прилипателями (ПВП);

- сравнительная эффективность исследованных фунгицидных препаратов может быть представлена следующим образом в порядке убывания их активности в отношении ФК: фолликур (тебуконазол) > гранит (бромконазол) > корбел (фенпропиморф) > тилт (пропиконазол) > альто (ципроконазол); спортак (прохлораз) > фундазол (бенлат) > альто (ципроконазол); фолликур (тебуконазол) превосходит препараты рекс КС (тиофанатметил и эпоксиконазол) и опус (эпоксиконазол). Комплексное применение фунгицидов фундазол и альто снижает их эффективность, однако при высоком фоновом уровне развития фузариоза колоса повышает сохранность урожая зерна. Эффективность применения фунгицидов в эпифитотийные годы снижается.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены новые данные о динамике заболеваемости озимой пшеницы в Краснодарском крае фузариозом колоса в широком интервале времени, влиянии климатических условий на характер распространения и масштабы поражения растений фузариозом. Установлены периоды эпифитотийного развития болезни. Изучены возможности и разработаны рекомендации интегрированной защиты посевов озимой пшеницы от фузариоза колоса применительно к условиям Краснодарского края. Биохимическими методами протестированы на содержание микотоксинов фузариума ввиду потенциальной токсикологической опасности зерно пшеницы урожая 1993-2000 гг. и продукты его переработки.

Наибольшего развития поражение озимой пшеницы фузариозом колоса достигало в первой половине девяностых годов (1992-1993 гг.), затем

прослеживается относительно устойчивая тенденция снижения показателей заболеваемости, стремящейся во второй половине десятилетия к минимуму. В этот период соответственно сократились и масштабы заражения микотоксинами фузариума зерна и продуктов его переработки, что следует расценивать как положительную динамику, складывающуюся в сфере производства товарного зерна и пищевых продуктов. Снижается риск отрицательного влияния микотоксинов на качество жизни населения в настоящее время при стабилизации содержания микотоксинов в пищевых продуктах из озимой пшеницы на уровне минимальных значений опасность возникновения микотоксикозов и долгосрочных отрицательных эффектов для здоровья населения сводится к минимуму. Тем не менее, проблема далеко не исчерпала себя, учитывая периодические всплески заболеваемости озимых фузариозом колоса на полях края. Принимая во внимание благоприятствующие в целом развитию ФК особенности агрометеорологических условий вегетации пшеницы в Краснодарском крае, следует предполагать при волнообразном характере заболеваемости вероятность повторения в перспективе очередных эпифитотийных вспышек фузариоза на фоне сочетания предрасполагающих факторов.

По нашему мнению, в интересах предотвращения эпифитотийного распространения фузариоза, прогнозирования динамики и сокращения масштабов заболеваемости, разработки алгоритмов интегрированной защиты растений в зависимости от условий складывающейся на полях обстановки целесообразно дальнейшее углубленное изучение взаимосвязей между агроклиматическими, метеорологическими условиями произрастания на территории агроклиматических зон, районов Краснодарского края и заболеваемостью озимой пшеницы фузариозом колоса. Кроме того, сохраняют актуальность вопросы мониторинга заражения зерна и пищевых продуктов микотоксинами, совершенствования технологических приемов переработки сырья и детоксикации, поиска устойчивых к поражению сортов и перспективных технологий защиты посевов от фузариоза колоса.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Получены новые данные о динамике заболеваемости озимой пшеницы фузариозом колоса в Краснодарском крае в период 1990-2000 гг. Максимальные по площади пораженных посевов, показателям распространения и развития болезни масштабы она принимала в 1992-1993 гг. и 1998 г. Наиболее высокий уровень распространения фузариоза колоса выявлен в Центральной (1992 г.), Северной (1993 г.) и Западно-Дельтовой (1998 г.) агроклиматических зонах края. Установлено, что в Краснодарском

крае условия вегетации озимой пшеницы оказывают существенное влияние на степень поражения фузариозом колоса. В годы эпифитотийного поражения посевов преобладала сырая, дождливая погода с понижением температуры и увеличением относительной влажности воздуха, превышением норм выпадения осадков и алагозапасов в почве, особенно в критические фазы: колошения, цветения, налива и созревания зерна. Риск развития фузариозом колоса увеличивают теплая сырая или нестабильная осень, мягкие неустойчивые погодные условия зимой (чередование оттепелей, морозов, таяния снегов, частых осадков).

2 Показано, что биохимические методы определения микотоксинов на основе ТСХ позволяют в условиях Краснодарского края объективно оценивать контаминацию фузариотоксинами зерна и пищевых продуктов из пшеницы. Установлено, что на территории края превалирует заражение зерна озимой пшеницы вомиотоксином, ЗЛ и Т-2 токсин встречаются значительно реже.

3 Изучены масштабы и динамика контаминации фузариотоксинами зерна озимой пшеницы, используемой в пищевых целях. Выявлено максимальное заражение зерна в 1993 г.: концентрации вомиотоксина превышали ПДК (до 2-4,3 раза) на территории Выселковского, Калининского, Каневского, Кореновского, Курганинского, Ленинградского, Тбилисского, Успенского районов края, а также в Тахтамукайском и Теучежском районах Республики Адыгея. В 1994-1995 гг. наметилась тенденция снижения показателей содержания микотоксинов, достигавших минимума в 1996-1999 гг.

4 Установлено, что в пробах муки, хлебобулочных, макаронных и крупяных изделий из зерна озимой пшеницы в 1993-1995 гг. наиболее часто присутствовал вомиотоксин в концентрациях, не превышавших в большинстве случаев ПДК. ЗЛ и Т-2 токсин обнаруживались редко. После 1993 г. контаминация пищевых продуктов вомиотоксином снижалась, а в 1996-1999 гг. микотоксины выявлены не были. В 2000 г. в пробах муки, круп и готовых к употреблению изделиях выявлены микотоксины, в количествах, не достигавших ПДК.

5. Установлено, что на предприятиях агропромышленного комплекса Краснодарского края технологическими приемами переработки и детоксикации зерна достигается обезвреживание более 50% фузариотоксинов. В изделиях из муки ТМТ разрушаются преимущественно термической обработкой, обеспечивающей размыкание эпоксидного кольца в положении С-12 – С-13.

6. Экспериментально определена сравнительная эффективность фунгицидов в отношении фузариоза колоса.

7. Экспериментально обоснованы агротехнические приемы, позволяющие косвенным образом контролировать заболеваемость фузариозом колоса.

8. Экспериментально установлено, что вносить минеральные удобрения (в особенности азотные) следует с учетом результатов диагностики состояния почвы и растений, не допуская применения поздних подкормок посевов восприимчивых сортов при благоприятных для развития фузариоза колоса условиях.

9. Разработаны рекомендации по применению химических средств защиты растений в сочетании всех факторов эпифитотийного развития фузариоза колоса. Полученные данные реализованы в СПК ПЗК «Наша Родина», ООО «Атаманское».

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. К вопросу о мониторинге фузариотоксинов в злаках // Экология и здоровье человека: Мат. VII Всеросс. конгр. - Самара, 2001. - С.38-39 (соавт. П.В.Нефедов).

2. Заражение продуктов питания микотоксинами и здоровье человека // Медицинская экология: Мат. II Международн. науч.-практ. конф. - Пенза, 2003. - С.123-126 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

3. Исследование распространения микотоксинов в зерне озимой пшеницы на территории Краснодарского края // Экология и жизнь: Мат. VII Международн. науч.-практ. конф. - Пенза, 2004. - С.63-66 (соавт. С.Н.Линченко, Л.Г.Ересько и В.В.Хан).

4. Распространение фузариозов сельскохозяйственных продовольственных культур в растениеводстве южных регионов России и здоровье населения // Здоровье и образование: Мат. Международн. науч.-практ. конф. (Анталья, Турция, 19-25 мая 2003 г.). - Пермь: ГОУ ВПО "ПГМА МЗ РФ", 2003. - С.75-78 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

5. Особенности динамики заражения зерна озимой пшеницы микотоксинами в Краснодарском крае в 1993-2000 гг. // Медицинская экология: Мат. III Международн. науч.-практ. конф. - Пенза, 2004. - С.28-31 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

6. Динамика заражения микотоксинами продуктов из озимой пшеницы в Краснодарском крае в 1993-2000 гг. // Социально-экономическое развитие России в XXI веке: Мат. III Всеросс. науч.-практ. конф. - Пенза, 2004. - С.14-17 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

7. Динамика содержания микотоксинов в зерне и хлебопродуктах из озимой пшеницы в Краснодарском крае в период 1990-2000 гг. // Фундаментальные исследования. - 2004. - №3 (Мат. Международн. науч. конф. «Эколого-гигиенические проблемы регионов России и стран СНГ», Умаг, Хорватия, 3-10 июля 2004 г.). - С 102-104 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

8. К вопросу о токсикологической опасности фузариозов зерновых культур // Известия Акад. Пром. Экологии. - 2004. - №3. - С.79-82 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

9. Результаты исследования масштабов контаминации хлебопродуктов микотоксинами грибов рода *Fusarium* на территории Краснодарского края // Успехи современного естествознания. – 2004. – №7 (Мат. Международн. науч. конф. «Междисциплинарный уровень интеграции современных научных исследований», Анталия, Турция, 17-24 августа 2004 г.). – С.50-51 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

10. Актуальные аспекты проблемы фузариоза колоса пшеницы и фузариотоксинов на Кубани // Фундаментальные исследования. – 2005. – №2 (Мат. III Международн. науч. конф. «Экология и рациональное природопользование», г. Хургада, Египет, 21-28 февраля 2005 г.). – С.74-75 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

11. Современное состояние проблемы фузариоза колоса озимой пшеницы в Краснодарском крае и перспективы борьбы с ним // Фундаментальные исследования. – 2005. – №2 (Мат. Международн. науч. конф. «Проблемы агропромышленного комплекса», г. Паттайа, Тайланд, 11-22 января 2005 г.). – С.102-103 (соавт. С.Н.Линченко, Л.Г.Ересько и Л.Д.Жалиева).

12. Поиск путей решения проблемы фузариоза колоса озимой пшеницы и распространения микотоксинов // Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание: Мат. V Всеросс. науч.-практ. конф. – Пенза, 2005. – С.71-74 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

13. Снижение заболеваемости озимой пшеницы фузариозом колоса современными приемами агротехники // Факторы устойчивого развития экономики России на современном этапе (федеральный и региональный аспекты): Мат. III Всеросс. науч.-практ. конф. – Пенза, 2005. – С.88-91 (соавт. С.Н.Линченко и Л.Д.Жалиева).

14. Особенности приемов детоксикации озимой пшеницы, зараженной фузариотоксинами // Новые медицинские технологии в охране здоровья, в диагностике, лечении и реабилитации больных. Мат. III Международн. науч.-практ. конф. – Пенза, 2005. – С.64-67 (соавт. С.Н.Линченко и Л.Д.Жалиева).

15. Возможные направления получения экологически чистой продукции зернового производства в Краснодарском крае // Экономика природопользования и природоохраны: Мат. VIII Международн. науч.-практ. конф. – Пенза, 2005. – С.36-39 (соавт. С.Н.Линченко, Л.Г.Ересько и Л.Д.Жалиева).

16. Биохимические и токсикологические особенности микотоксинов, продуцируемых грибами-патогенами озимой пшеницы // Успехи современного естествознания. – 2005. – №8 (Мат. III науч. конф. с международн. участ. «Медицинские, социальные и экономические проблемы сохранения здоровья населения», Анталия, Турция, 22-29 мая 2005 г.). – С.74-78 (соавт. С.Н.Линченко и В.В.Хан).

17. Актуальные вопросы детоксикации продуктов переработки зерна в целях обеспечения экологической безопасности // Фундаментальные исследования. – 2005. – №5 (Мат. Международн. науч. конф. «Фундаментальные и прикладные проблемы медицины и биологии», Тунис, 12-19 июня 2005 г.). – С.49-51 (соавт. С.Н.Линченко и В.В.Хан).

18. Пути предотвращения контаминации фузариотоксинами продуктов переработки пшеницы // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – №2 (Мат. Международн. науч. конф. «Фундаментальные и прикладные проблемы медицины и биологии», Дубай, ОАЭ, 11-18 марта 2005 г.). – С.32-34 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

19. Программа комплексных исследований распространения фузариоза колоса озимой пшеницы и контаминации фузариотоксинами

продуктов переработки зерна в Краснодарском крае // Фундаментальные исследования. – 2005. - №8 (Мат. III Международн. науч. конф. «Мониторинг окружающей среды», Римини, Италия, 3-10 сентября 2005 г.). – С.54-56. (соавт. С.Н.Линченко).

20. Фузариоз колоса озимой пшеницы в Краснодарском крае как фактор экотоксикологической опасности для населения // Известия Акад. Пром. Экологии. - 2005. - №1 - С.3-10 (соавт. С.Н.Линченко и Н.Е.Алешин).

21. Присутствие микотоксинов грибов рода *Fusarium* в зерне и продуктах переработки озимой пшеницы на территории Краснодарского края // Известия Акад. Пром. Экологии. - 2005. - №2. - С.12-16 (соавт. С.Н.Линченко и Л.Г.Ересько).

Отпечат. ООО "Фирма Тамэи"
тираж 100 экз., заказ № 1092
г. Краснодар, ул. Пашковская, 79
тел. : 255-73-16

60 110
РНБ Русский фонд

2007-4

1351

