

Видовая структура популяции фитопатогенных грибов филлопланы.

Микотоксины -аспергиллы и афлатоксины.

Пшеница — основная и древняя зерновая культура. В процессе длительной эволюции и возделывания к ней приспособились многие возбудители болезней, среди которых доминирующими являются грибные микроорганизмы. Традиционно превалирующее положение занимают патогенные грибы из родов *Puccinia*, *Erysiphe*, *Septoria*, *Ustilago*, *Tilletia*.

В последние годы в литературе все больше появляется сведений об усилении вредоносной активности возбудителей болезней растений, известных ранее как сапрофиты или слабые паразиты, а в изменившихся агробиоценозах происходит возрастание их патогенности. Именно они наносят убыток сельскому хозяйству. Сообщается, что в зоне ризосферы все большее распространение получают возбудители ризоктониоза, офиоболеза, глеоспориоза, питиоза, в зоне филлоплана — возбудители фузариоза, гибеллиноза. Обнаружены чрезвычайно агрессивные популяции пиренофороза и альтернариоза. В зоне колоса прослеживается тенденция к накоплению возбудителей, продуцирующих микотоксины: фузариоза, пенициллеза, аспергиллеза.

Согласно принципу взаимного усиления патогенности эпифитотии часто вызываются:

— внезапным или быстрым встраиванием организма с потенциально высокой скоростью роста в экосистему, в которой механизмы регуляции численности для этого нового вида отсутствуют или малоэффективны;

— непродуманным влиянием человека, нарушающим естественное равновесие в экосистемах в слишком больших масштабах и слишком быстро, чтобы исходное состояние могло полностью восстановиться; учитывая, что в новых ассоциациях вероятность возникновения отрицательных взаимодействий больше, чем в сформировавшихся сообществах, становится очевидным, что этот негативный процесс будет прогрессировать.

Поэтому наблюдение за видовым составом популяции фитопатогенных грибов на озимой пшенице (фитомониторинг) имеет большое практическое значение.

В данной работе приводятся данные сезонных изменений видового состава и распространения паразитических микромицетов, развивающихся на листьях пшеницы в условиях Краснодарского края.

Исследования проводили в весенне-летний период методом маршрутного обследования полей озимой пшеницы в различных по климатическим условиям зонах. Учеты развития болезней осуществляли в фазы кущения, выхода в трубку и налива зерна по общепринятым методикам ВИЗР. Для микологического анализа собирали образцы листьев и колосьев с различными симптомами поражения и анализировали их в условиях лаборатории не менее 100 образцов с каждого района. При анализе состава фитопатогенной микобиоты применяли показатель частоты встречаемости — отношение числа образцов, в которых вид обнаружен, к общему числу исследованных образцов.

Установлено, что в фазы кущения и выхода в трубку во всех обследованных районах довольно широко была распространена мучнистая роса (возбудитель — *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) с максимальной степенью развития 40%. В фазе налива зерна на смену ей пришла бурая ржавчина (возбудитель — *Puccinia tritici*) — развитие до 50%. Кроме того в двух районах отмечена желтая ржавчина (возбудитель — *Puccinia striiformis*).

Пятнистость листьев, вызываемая различными фитопатогенами, наблюдалась в период всей вегетации пшеницы, причем в онтогенезе отмечается значительное увеличение как степени поражения, так и распространения.

Микологический анализ собранных гербарных образцов показал, что пятнистость листьев вызывается 15 видами грибов. Частота встречаемости обнаруженных видов представлена в таблице.

Видовой состав патогенных грибов, вызывающих пятнистости листьев озимой пшеницы, и частота их встречаемости в Краснодарском крае, %

Вид	2006 г.	2007 г.	2010 г.	2011 г.
<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	34	13	20	37
<i>Septoria nodorum</i>	31	32	30	24
<i>Fusarium</i> sp.	15	21	16	8
<i>Septoria tritici</i>	9	10	12	25
<i>Septoria triticicola</i>	6	4	7	0
<i>Septoria avena</i>	0	9	0	3
<i>Septoria briosiana</i>	2	2	0	0
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	2	4	3	1
<i>Embellisia chlamidospora</i>	1	1	0	0

<i>Ascochita graminicola</i>	0	1	3	0
<i>Phoma triticina</i>	0	1	0	0
<i>Curvularia inaequalis</i>	0	1	0	0
<i>Drechslera biseptata</i>	0	1	0	0
<i>Epiccocum tritici</i>	0	0	2	0
<i>Alternaria tenuis</i>	0	0	6	2

Кроме того, в незначительных количествах был идентифицирован *Scolecotrichum graminis* Fekl. Грибы рода *Fusarium*, вызывающие пятнистости листьев, представлены 4 видами: *F. graminiarum*, *F. nivale*, *F. gibbosum*, *F. moniliforme*.

Отмечено сезонное изменение в преобладании видов и общие изменения структуры популяции. Последние, в частности, относятся к повышению активности возбудителя пиренофороза. Патоген занял экологическую нишу *Septoria tritici*, снизив его вредоносность. Но одновременно обнаруживается повышения уровня поражения растений *S. nodorum*. Распространение пиренофороза привело к усилению общих агрессивных свойств возбудителей пятнистостей листьев пшеницы.

Относительно сезонного изменения структуры популяции: в фазе трубкования преобладали следующие виды (в порядке частоты встречаемости) — *Pyrenophora tritici-repentis*, *Septoria tritici*, *S. Nodorum*; в фазе налива зерна — *S. nodorum*, *P. tritici-repentis*, *S. trititicola*, *Fusarium graminiarum*, *F. nivale*, *F. briosiana*.

Частота встречаемости тех или иных грибов-возбудителей пятнистостей зависит от района произрастания пшеницы. Однако в пределах одной зоны в районах, характеризующихся сходными экоресурсами, не существует значительных различий в составе микоценозов.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в Краснодарском крае существует комплекс фитопатогенных грибов, ассоциированных с озимой пшеницей. Состав патогенов более или менее постоянен. Отмечена тенденция к нарастанию видового состава возбудителей пятнистости листьев, многие из которых способны вызывать значительные потери урожая. Однако лишь часть из них наносит реальный ущерб. Остальные находятся в потенциале фитопатогенной микобиоты.

Микотоксины — все возрастающая опасность

В последнее десятилетие большое хозяйственное значение начинает приобретать поражение хранящегося зерна злаковых культур, особенно пшеницы, аспергиллами и загрязнение зерна афлатоксинами. В нашей стране наиболее вредоносными являются *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasitica*, а наиболее опасным загрязняющим зерно микотоксином — афлатоксин В1. Этому процессу в большей мере способствуют все более четкое проявление признаков глобального потепления, постоянное увеличение в урожае доли пшеницы четвертого и пятого классов и внеклассной (более 70 %), увеличение в общей массе доли поврежденных зерен в процессе сбора и подработки зерна, плохое состояние промышленных зернохранилищ (более 60 % урожая зерна хранится в зернохранилищах амбарного типа), отсутствие государственной системы мониторинга фитосанитарного состояния хранящегося зерна и действенной системы защиты его от повреждения вредителями и поражения плесневыми грибами.

Заражению хранящегося зерна аспергиллами и загрязнение его афлатоксинами придается большое значение во всех основных зерносеющих странах мира — США, Канаде, Австралии, ЕС. Обращается внимание на то, что в неблагоприятных условиях хранения зерна, загрязненного зерновыми вредителями и зараженного плесенью, за 3 месяца хранения пораженность зерна может увеличиться в 50 раз, а накопление афлатоксина В1 — до 566 мг/кг.

Плесневые грибы, в том числе аспергиллы, способны расходовать для своего питания до 40% сухого вещества зерна. В зерновой массе при хранении всегда образуются участки с повышенной влажностью, а в недостаточно просушенном зерне (влажность около 15 %) могут наблюдаться процессы самосогревания. Участки в зерновой массе с повышенной влажностью являются очагами развития аспергиллов и накопления афлатоксинов. Из этих очагов инфекция распространяется по всей толще зерновой массы при переброске зерна с одного места хранения на другое, но в основном она распространяется зерновыми вредителями, для которых участки с повышенной влажностью являются их резерватами, местами активного размножения, откуда они и распространяются по всей хранящейся массе зерна. Наибольшее скопление вредителей наблюдается у поверхности зерновой насыпи и в слое, граничащем с полом.

Различаются два типа присутствия вредителей в зерновой массе: зараженность — наличие живых насекомых и загрязненность — наличие живых и/или мертвых насекомых и клещей. Максимально допустимый уровень (МДУ) суммарной плотности заражения продовольственного зерна равен 15 экземплярам насекомых и клещей в 1 кг. Для наиболее распространенных и вредоносных вредителей МДУ составляет в числе экземпляров на 1 кг зерна:

зерновой точильщик — 8,5; амбарный долгоносик — 7,5; зерновая моль — 4,4; рисовый долгоносик — 15,0; мучные хрущаки — 2,4.

Учитывая, что зародыш зерна всегда имеет большую влажность, чем остальная часть, вредители, в первую очередь клещи, вгрызаются в зародыш. Однако наиболее вредоносны зерновой точильщик, а также мучные хрущаки, зерновая моль, мукоеды и другие вредители. Они выгрызают в оболочке зерна отверстия, которые и являются входными воротами инфекции — заражения фитопатогенными грибами и бактериями. Они могут быть привнесены самими насекомыми или являться вторичной инфекцией. Отметим, что здоровое неповрежденное зерно аспергиллы не поражают в пределах колебаний влажности зерна до 14%.

Хранящее зерно поражается 8 видами аспергиллов, из которых наиболее токсиногенными являются *Aspergillus flavus* и *Aspergillus ochraceus*. Последний вид в основном продуцирует охратоксин. Контроль поражения хранящегося зерна аспергиллами недостаточно методически отработан и трудоемок при исследовании больших масс хранящегося зерна. Виды *A. flavus* и *A. parasitica* всего продуцируют 20 афлатоксинов и их метокси-, эпокси- и ацетокси- производные. Наиболее опасен афлатоксин В1 как канцероген, поражающий печень человека и сельскохозяйственных животных.

Выращивание зерновых при недостатке азота увеличивает вероятность заражения зерна аспергиллами и увеличивает накопление афлатоксинов. Их содержание отрицательно коррелирует с содержанием в зерне азота.

Накопление в зерне афлатоксинов снижает урожайность. Наиболее восприимчиво к поражению аспергиллезом зерно кукурузы как в процессе вегетации, так и при хранении. Специалисты считают, что в зонах возделывания кукурузы ее биологический потенциал урожайности реализуется на 50%, а при поражении аспергиллезом может снижаться до 40 %.

По нашим данным и обобщенным материалам других исследователей, с 1965 года по настоящее время идет нарастание поражения хранящегося зерна злаковых культур видами токсиногенных грибов, в т.ч. аспергиллами. Только с 2007 по 2010 год в Южном федеральном округе России поражение зерна пшеницы аспергиллами возросло более чем в 3 раза, ячменя — на 10%, кукурузы — более чем в 2 раза. Вселяет оптимизм тот факт, что удалось полностью решить проблему зараженности этим грибом комбикормов.

В настоящее время существует ряд методов борьбы с аспергиллезом и накоплением афлатоксинов. Наиболее распространенным является фумигация фосфином. Однако фумигация сильнее действует на накопление микотоксинов, чем на развитие аспергиллов. Правильно проведенная фумигация способна в 4 раза снизить интенсивность развития аспергиллеза и накопление

афлатоксинов. При поверхностном заражении зерна эффективной может быть детосикация его 3%-м раствором бикарбоната аммония. Из биологических методов борьбы используется, правда пока ограничено, возделывание устойчивых сортов, искусственное заселение зерна инокулюмом нетоксигенных штаммов *A. flavus*, а также отдельными видами стрептомицетов, *Bacillus mesentericus*, *Epicoccum nigrum*, *Chaetomium globosum*, *Gliocladium roseum*, *Frichoderma harzianum*.

В России биологический метод борьбы с аспергиллезом, как и другими токсинообразующими грибами, пока не развит. Основным методом борьбы с заражением хранящегося зерна остается фумигация.

Пока поражение патоконплексами видов аспергиллов зерна в процессе вегетации и при хранении пока не является остро актуальным для отечественного зернового хозяйства. Однако возрастающие площади посевов кукурузы на зерно, слабо модернизируемые зернохранилища, постоянно дряхлеющий парк оборудования для подработки зерна и отсутствие современных средств и методов борьбы с поражением зерна вредителями и болезнями ежегодно увеличивают важность решения этой проблемы. В условиях глобального потепления следует ожидать возникновения эпифитотий аспергиллезов. Эта проблема важна не только для нашей страны, но и для стран, импортирующих наше зерно, например, стран Среднего и Дальнего Востока.

Н.И. Фиссюра, кандидат биологических наук

О.А. Монастырский, Всероссийский НИИ биологической защиты растений