

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ СТЕБЛЕВОЙ
РЖАВЧИНЫ (*Puccinia graminis*) ПОД ВЛИЯНИЕМ МАЛЫХ ДОЗ
ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ****А. П. Дмитриев, Н. И. Гуца, М. С. Крыжановская***Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев*

Приведены данные об изменении структуры популяции возбудителя стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis*) под действием малых доз хронического облучения. В 10-километровой зоне ЧАЭС выявлена новая популяция этого фитопатогенного гриба, которая характеризуется высокой частотой встречаемости более вирулентных клонов по сравнению с другими регионами Украины.

В зоне влияния аварии на ЧАЭС имеются территории, поверхностная плотность загрязнения которых достигает столь значительных уровней, что можно ожидать существенного возрастания темпов радиационного мутагенеза. Фиксация мутационных изменений и распространение мутировавших аллелей должны сказаться прежде всего на генотипе популяций у тех видов, которые характеризуются быстрой репродукцией [1].

Известно, что в районе радионуклидной аномалии могут происходить изменения вирулентности и агрессивности фитопатогенных грибов [2, 3]. Мы решили проверить такую возможность на примере гриба *Puccinia graminis* Pers. (*Uredinales*, *Basidiomycetes*), возбудителя стеблевой ржавчины злаков. Он развивается на культурных видах (пшенице, ржи и овсе) и относится к числу наиболее вредоносных патогенов. Болезнь широко распространена, в том числе в Украине, и вызывала в отдельные годы значительные (до 20 - 35 %) потери урожая [4]. Ежегодный мониторинг расового состава возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы (*P. graminis tritici*) проводится в большинстве стран мира. Программа исследований барбариса как потенциального источника инфекции хлебных злаков включает уничтожение посадок восприимчивых к *P. graminis* сортов барбариса. В последнее время успехи в борьбе со стеблевой ржавчиной, связанные с выведением устойчивых сортов, привели к незначительному ее проявлению [5]. Вследствие чего мониторинг состава популяций *P. graminis tritici* в европейских странах ограничен. Вместе с тем устойчивость многих районированных сортов может утрачиваться уже через 5 - 7 лет в результате появления новых рас, способных поражать посевы в производственных условиях [6, 7].

Цель данной работы состояла в изучении структуры популяции возбудителя стеблевой ржавчины в Чернобыльской зоне отчуждения. Для этого необходимо было выявить *P. graminis* на злаках, определить ареал и частоту встречаемости, установить формы патогена, его расовый и генотипический состав.

Материалы и методы

С 1986 г. нами проводятся исследования влияния радионуклидного загрязнения на фитоиммунный потенциал растений в 30- и 10-километровых зонах ЧАЭС. Биохимические исследования связаны главным образом с изучением совместного действия малых доз облучения и инфицирования на болезнестойчивость злаковых растений и кукурузы [8]. Разрабатываются тест-системы, которые могут быть полезны для оценки действия малых доз ионизирующего облучения [9].

После аварии на ЧАЭС в 10- и 30-километровых зонах были заложены экспериментальные участки, сходные между собой по почвенным условиям, но различающиеся по уровню радионуклидного загрязнения. Уровень гамма-фона составлял 1,4, 11 и 37 мР/ч, поглощенная доза на протяжении периода вегетации для злаковых растений составляла 0,1, 0,8 и 2,7 Гр соответственно. Выявление ареала и видового состава питающих растений гриба

Puccinia graminis проводили на зерновых посевах на опытных участках в 1992 - 1995 гг. Параллельно обследовали дикорастущие злаки природных биоценозов, растущие рядом или на удалении от зерновых посевов и барбариса. В работе использовали стадию развития гриба в виде урединиоспор. Пораженность злаковых культур стеблевой ржавчиной и степень развития болезни на опытных участках в 10-километровой зоне ЧАЭС сравнивали с контролем – популяцией гриба на незагрязненной радионуклидами территории (урочище Маневое). Определение физиологических рас в популяциях *P. graminis tritici* проводили с использованием классических сортов-дифференциаторов Стэкмена с известными генами устойчивости к стеблевой ржавчине [10]. При поражении линий учитывали три типа реакций: стойкий (0 - 2 балла), восприимчивый (3 - 4 балла) и гетерогенный (X). Вирулентность устанавливали на основе реакций моногенных линий с генами устойчивости [11]. Статистическую обработку экспериментальных результатов проводили по Доспехову [12].

Результаты и обсуждение

Известно, что стеблевая ржавчина на территории Украины развивается в большей или меньшей мере ежегодно, особенно в центральных и западных областях. Установлены районы развития «материнских», или половых, популяций *P. graminis* и районы «дочерних», или бесполов, популяций. В районах «материнских» популяций роль промежуточного хозяина *P. graminis* - барбариса состоит в возобновлении инфекционного начала гриба и размножении его на озимых сортах злаков. В районах «дочерних» популяций поражение растений происходит воздушным заносом урединиоспор. Развитие *P. graminis tritici* имеет очаговый характер, т. е. в отдельных районах регулярно наблюдается ее возобновление. Удачным для наших исследований оказалось то, что один из авторов настоящей работы (М. С. Крыжановская) еще с 1966 г. изучала структуру материнской популяции *P. graminis tritici* в одном из таких очагов - урочище Маневое Каневского района Черкасской области, где рядом с производственными полями растет в овраге барбарис. Это позволило иметь своеобразную точку отсчета – доаварийный контроль для сравнительного анализа структуры популяции возбудителя стеблевой ржавчины, возникшей в зоне ЧАЭС под действием малых доз хронического облучения.

При обследовании посевов пшеницы, ржи, ячменя и овса, а также дикорастущих злаковых трав на опытных участках 10-километровой зоны ЧАЭС стеблевая ржавчина была выявлена на 12 видах злаков. Степень развития болезни составляла 50 - 85 % при практически 100 %-ной пораженности растений (табл. 1). Видно, что по сравнению с незагрязненной радионуклидами территорией (контроль - урочище Маневое) пораженность злаков стеблевой ржавчиной в 10-километровой зоне ЧАЭС существенно выше. У отдельных видов растений степень развития болезни также оказалась выше на опытных участках в зоне ЧАЭС по сравнению с контролем, у других – осталась без изменения. В зоне ЧАЭС выявлены три основные формы гриба: пшеничная (*P. graminis tritici*), поражающая сорта озимой и яровой пшеницы, а также ячмень; ржаная (*P. graminis secale*) и овсяная (*P. graminis avenae*). Все три формы способны развиваться на многих видах злаковых трав, которые служат резервуарами накопления инфекционного начала в межвегетационный период [13].

Из образцов стеблевой ржавчины, собранных на опытных участках в 10-километровой зоне ЧАЭС, выделены 642 монопустульных клона, среди которых на тест-сортах выявлены восемь физиологических рас патогена, а именно: 11, 21, 34, 40, 100, 189, 3к, а также раса, характеристики которой нет в международном регистре. Мы назвали ее условно расой «X».

Анализ расового состава показал, что в 1992 г. в «чернобыльской» популяции *P. graminis* преобладали расы 3к (27 %) и 100 (23 %). Через три года проявились расы 11 (18 %), 21 (12 %) и 40 (6 %), но наибольшим количеством изолятов была представлена раса 34 (24 %). Таким образом, только широко распространенные расы 34, 3к и редкая раса 189 сохранились на протяжении трех лет. Все выделенные нами расы отличались высокой

вирулентностью, вызывали реакцию восприимчивости на многих тест-сортах мирового набора (табл. 2).

Таблица 1. Пораженность злаковых культур стеблевой ржавчиной на опытных участках

Вид злака	Пораженность, % / тип поражения, баллы			
	Урочище Маневое		10-километровая зона ЧАЭС	
<i>Triticum aestivum</i> Will	50	4	100	4
<i>Secale cereale</i> L.	80	4	100	4
<i>Hordeum vulgare</i> L.	65	3	80	4
<i>Avena sativa</i> L.	90	4	100	4
<i>Agrostis alba</i> L.	45	3	100	4
<i>Agrostis vulgaris</i> With	53	3	100	3
<i>Aspera spica-venti</i> (L.) P. B.	75	3	100	4
<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	25	4	100	4
<i>Dactylis glomerata</i> L.	100	3	100	4
<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. B.	100	4	100	4
<i>Lolium perenne</i> L.	40	3	100	3
<i>Poa pratensis</i> L.	70	3	100	3

Таблица 2. Характеристика физиологических рас возбудителя стеблевой ржавчины, выявленных в 10-километровой зоне ЧАЭС

Раса	Сорта-дифференциаторы											
	Little Club	Marquis	Reliance	Kota	Arnautka	Mindum	Spelmar	Kubanka	Acme	Ein-corn	Vernal	Khapli
11	4	4	3++	3	4	4	4	3	3	3	1	1
21	4	4	0	3	4	4	4	4	3	1+	0	1
34	4+	4	4	4	4	4	4	4	3	1	1	1
40	4+	4+	4	4+	4+	4+	4	4=	4	0	4=	1=
100	3	4	3	3	3	3	3	4	1	1	X	1
189	4	4	4	3++	4	4	4	4	4	4	4	4
3к	4	4	4	4	4	4	4	4	2	0	0	1

Оценка районированных сортов пшеницы (Мироновская 27, Мироновская 808, Полеская 70, Киянка) в стадии двух листьев на пораженность выделенными расами *P. graminis tritici* показала реакцию высокой восприимчивости (4 балла, реже 3). Расы 11, 21 и 34 широко известны в различных регионах мира. Раса 21 много лет доминировала в бывшем СССР и за границей. Раса 3к появилась на территории Украины в 1969 г. в Хмельницкой и Черкасской областях и со временем распространилась на территорию других областей. Особый интерес представляет раса 189, которая на всех тест-сортах вызывает реакцию высокой восприимчивости. В 1976 г. она была зарегистрирована в Грузии и Армении как новая для СССР и особо вирулентная. Анализ генотипического состава *P. graminis* на моногенных линиях показал, что вирулентные клоны в популяции встречаются с высокой частотой.

Таким образом, ареал и частота, с которой встречается стеблевая ржавчина, а также пораженность различных видов злаковых растений, свидетельствуют о том, что на территории 10-километровой зоны ЧАЭС имеется очаг болезни. Буйно вегетирующие многолетние травы уже 15 лет не выкашиваются, животных на них не выпасают. Поэтому они образовали густой травостой с постоянными росами, что способствует быстрому возобновлению и накоплению ржавчины. При наличии большого количества инфекционного начала и под влиянием малых доз хронического облучения происходят активные формо- и расообразовательные процессы, вследствие чего могут образовываться новые популяции

P. graminis, которые характеризуются высокой частотой встречаемости более вирулентных клонов. Все это свидетельствует о необходимости организации особого типа мониторинга над эволюционными процессами у фитопатогенов в Чернобыльской зоне отчуждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гродзінський Д.М., Гудков І.М. Радіобіологічні ефекти у рослин на забрудненій радіонуклідами території // Чернобыль. Зона відчуження. - Київ: Наук. думка, 2001. - С. 325 - 377.
2. Гуца Н.И., Дмитриев А.П., Гарнага Н.Г. Влияние радионуклидного загрязнения на устойчивость растений к грибным болезням // Проблемы прикладной радиобиологии растений: Материалы Всесоюз. конф. по прикладной радиобиологии растений. - Чернигов, 1990. - С. 43 - 44.
3. Тверской Л.А., Гродзинский Д.М., Кейсевич Л.В. Исследование биологического эффекта хронического действия радиации с низкой мощностью доз на фитопатогенные грибы // Радиационная биология. Радиоэкология. - 1997. - Т. 37, № 5. - С. 797 - 803.
4. Пересыткін В.Ф. Болезни зерновых культур. - М: Колос, 1979. - 195 с.
5. Дьяков Ю.Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов. - М: Муравей, 1998. - 382 с.
6. Стэкмен Э., Харрар Дж. Основы патологии растений. - М-Л: Изд-во иностр. лит., 1959. - 540 с.
7. Лекомцева С.Н., Волкова В.Т., Чайка М.Н. Состав популяции возбудителя стеблевой ржавчины - *Puccinia graminis tritici* на PGT-линиях пшеницы // Вестник Моск. ун-та. Сер. 16. Биология. - 1999. - № 3. - С. 48 - 50.
8. Дмитриев А.П. Фитоалексины и их роль в устойчивости растений. - Киев: Наук. думка, 1999. - 207 с.
9. Дмитриев А.П., Крыжановская М.С., Гуца Н.И. Малые дозы хронического облучения влияют на фитоиммунный потенциал растений // Проблемы радиационной генетики на рубеже веков: Тез. междунар. конф. - М: Изд-во Ун-та дружбы народов, 2000. - С. 262 - 263.
10. Кирай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш Й. Методы фитопатологии. - М: Мир, 1974. - С. 249 - 260.
11. Семенова Л.П. Методические рекомендации по изучению расового состава возбудителей ржавчины хлебных злаков. - М.: ВАСНИЛ, 1977. - 144 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М: Колос, 1973. - 336 с.
13. Коновалова Н.Е., Суздальская М.В. Распространение рас возбудителя стеблевой ржавчины хлебных злаков на территории СССР в 1976 году // Микол. и фитопатол. - 1978. - Т. 12. - С. 35 - 42.

**ЗМІНИ СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЇ ЗБУДНИКА СТЕБЛОВОЇ ІРЖІ
(PUCCINIA GRAMINIS) ПІД ВПЛИВОМ МАЛИХ ДОЗ ХРОНІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ**

О. П. Дмитриев, М. І. Гуца, М. С. Крижанівська

Наведено дані про зміни структури популяції збудника стеблової іржі *Puccinia graminis* під впливом малих доз хронічного опромінення. У 10-кілометровій зоні ЧАЕС виявлено нову популяцію *P. graminis*, яка характеризується високою частотою зустрічальності більш вирулентних клонів порівняно з іншими регіонами України.

**CHANGES IN THE POPULATION STRUCTURE OF STEM RUST AGENT
(PUCCINIA GRAMINIS) UNDER LOW DOSE CHRONIC RADIATION**

A. P. Dmitriev, N. I. Guscha, M. S. Krizanovskaya

The data concerning the changes in population structure of *Puccinia graminis*, a causal agent of stem rust under low dose chronic radiation are present. The structure has been changed in 10-km ChNPP zone by appearance of a new population with high frequency of more virulent clones as compared to other regions of Ukraine.

Поступила в редакцію 26.02.02,
после доработки – 20.12.02.