

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ *VENTURIA INAEQUALIS* – ВОЗБУДИТЕЛЯ ПАРШИ ЯБЛОНИ

Т. А. ГАШЕНКО, Ю. Г. КОНДРАТЕНОК, Т. Н. МАРЦИНКЕВИЧ, З. А. КОЗЛОВСКАЯ

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалева, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: tanya_gashenko@tut.by

АННОТАЦИЯ

Изоляты возбудителя парши яблони *Venturia inaequalis*, выделенные из сортов различного генетического происхождения, различаются по культурально-морфологическим признакам. Проведен анализ морфолого-культуральных признаков 125 моноспоровых изолятов *Venturia inaequalis* – возбудителя парши яблони. Выявлена широкая морфологическая дифференциация, которая отражает внутривидовое разнообразие местной популяции возбудителя парши яблони. Многообразие полученных изолятов было сгруппировано в 3 морфотипа. Наиболее распространенными оказались морфотипы I и II, которые были найдены у 52 и 81 % сортов соответственно. Уровень полиморфизма популяции гриба зависел от конкретного сорта. Наиболее полиморфными были изоляты патогена, выделенные на сортах Белана и Топаз. Не выявлено зависимости между разнообразием морфотипного состава *Venturia inaequalis* и группой устойчивости яблони к парше.

Ключевые слова: парша яблони, *Venturia inaequalis*, моноспоровые изоляты, морфотипы парши яблони, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Парша яблони, вызываемая аскомицетом *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter, является одним из самых распространенных заболеваний плодовых культур [1]. Возбудитель парши яблони – гриб *Venturia inaequalis* (Coock) Wint. представлен в природе многочисленными, постоянно меняющимися биотипами, различными по вирулентности и агрессивности [2]. Цикл его развития включает ежегодную половую стадию и множественные циклы бесполого размножения, что обеспечивает высокую изменчивость и разнообразие *V. inaequalis*, которые можно наблюдать как в естественных условиях, так и при культивировании в условиях *in vitro* на питательных средах. Этот процесс определяет неоднородность внутривидового состава патогена, которая была показана как отечественными учеными [3–5], так и зарубежными авторами [6–14].

Понимание сути микроэволюционных процессов, протекающих в популяциях грибных патогенов, является одной из основных задач современной фитопатологии. Естественная генетическая изменчивость приводит к возникновению новых вирулентных клонов и, соответственно, к преодолению устойчивости растения-хозяина, в том числе его культурных форм. Отслеживание таких событий в популяции паразита с помощью методов популяционной генетики позволяет прогнозировать как фитопатологическую ситуацию в целом, так и стабильность устойчивости конкретных сортов. В большинстве исследований было показано высокое внутривидовое разнообразие возбудителя парши яблони. Некоторыми авторами отмечалась более широкая дифференциация патогена на полукультурных и диких видах яблони [8, 11], что согласуется с концепцией сопряженной эволюции растения-хозяина и паразита на их общей родине [15, 16]. Согласно этой концепции, в процессе эволюции растение-хозяин образует новые разновидности и формы, а паразиты – новые расы и биотипы.

Также было отмечено, что одним из главных факторов, определяющих различия внутри популяции *V. inaequalis*, является сортовой состав сада [17–19], причем ассортимент не только устойчивых сортов, но и восприимчивых. Sierotzki et al. [18] выяснили, что изолят, выделенный с конкретного восприимчивого сорта или дерева сада, эффективнее заражает только то же самое дерево или сорт в пределах сада, не поражая или инфицируя в более слабой степени другие восприимчивые сорта (деревья) в этом саду. Полученные ими данные говорят о существовании даже у восприимчивых сортов незначительной полевой устойчивости, которая и определяет сложную картину внутривидового разнообразия, указывая на постоянно протекающий процесс сопряженной эволюции паразита и его растения-хозяина.

Изучение состава популяции патогена и динамики его изменчивости является фундаментом для создания как программ селекции на иммунитет, так и проведения защитных мероприятий. Для ускорения и повышения эффективности селекционного процесса необходимо детальное изучение популяционной динамики патогена, а также использование искусственных инфекционных фонов, которые наиболее полно отражают состав популяции возбудителя в зоне выращивания [2].

Для изучения внутривидовой структуры *V. inaequalis*, в связи с микроскопическими размерами патогена и сложностью состава его природных популяций, необходимо получение моноспоровых изолятов, представляющих собой чистую культуру гриба, выделенную из единичной споры. Метод чистых культур позволяет проводить изучение отдельных признаков микроорганизма в стандартизированных условиях культивирования, в которых они проявляются четко, тогда как в условиях естественной среды на них могут влиять неконтролируемые параметры, в том числе взаимодействие с другими организмами, искажая их проявление [20].

Зачастую изучение популяционной динамики начинают с оценки морфолого-культуральных признаков, которая и была основным методом до появления ДНК-маркерных систем [21]. Оценка внутривидового разнообразия на основе морфологических признаков не потеряла актуальности и в нынешнее время, как для получения результатов предварительного характера, так и в качестве дополнительного к ДНК-маркированию метода [4, 5].

Целью работы была оценка морфолого-культуральных признаков моноспоровых изолятов возбудителя парши яблони, выделенных с различных по сортовому составу листьев и плодов яблони, а также определение морфотипного состава с характеристикой каждого морфотипа данной выборки штаммов.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2018–2019 гг. в лаборатории иммунитета отдела селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства». Объектами исследований являлись 125 моноизолятов гриба *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., выделенные в 2018 и 2019 гг. в чистую культуру с пораженных листьев и плодов сортов яблони различного географического и генетического происхождения, собранных в коллекционном саду РУП «Институт плодоводства», с сортов *Malus × domestica*: Golden Graims – 3, Haralson – 3, Šampion – 2, Антей – 3, Антоновка – 6, Auksis – 5, Белана – 16, Белорусское сладкое – 2, Бельфлер-китайка – 4, Дьямент – 1, Geneva Early – 5, Зорка – 1, Красавица – 1, Лучезарное – 6, Melba – 7, Нававица – 2, Папировка – 6, Rom Beauty – 4, S. Lawfam – 1, Суйслепское – 6, Сябрына – 4, Topaz – 5, Wealthy – 1, Банановое – 7, Белорусское летнее – 2, Дарунак – 4, Jonagold – 4, Лошицкое – 1, Мечта – 6, Минкар – 1, *M. purpurea* Elea – 6.

Для удобства и простоты в работе штаммы (моноизоляты) были обозначены первыми буквами сортов, с листьев и плодов которых они были выделены. Так, с листьев сорта яблони Папировка Белсад были выделены штаммы ПрБ-1, ПрБ-2, ПрБ-3, ПрБ-4, ПрБ-5, ПрБ-6; Auksis – Ак-1, Ак-2, Ак-3, Ак-4, Ак-5; Geneva Early – GE-1, GE-2, GE-3, GE-4, GE-5; Белорусское сладкое – Бсл-1 и Бсл-2; Зорка – Зр-1; Haralson – Н-1, Н-2, Н-3; Дьямент – Дм-1; Нававица – Нв-1 и Нв-2; Šampion – Šм-1 и Šм-2; Красавица – Кр-1; Wealthy – W-1; S. Lawfam – SL-1; Golden Grimes – Gg-1, Gg-2, Gg-3; Rom Beauty – RB-1, RB-2, RB-3, RB-4; Topaz – Тр-1, Тр-2, Тр-3, Тр-4, Тр-5; Melba – Мл-1, Мл-2, Мл-3, Мл-4, Мл-5, Мл-6, Мл-7; *M. purpurea* Elea – М.п.Е.-1, М.п.Е.-2, М.п.Е.-3, М.п.Е.-4, М.п.Е.-5, М.п.Е.-6; Лучезарное – Лч-1, Лч-2, Лч-3, Лч-4, Лч-5, Лч-6; Антоновка – Ат-1, Ат-2, Ат-3, Ат-4, Ат-5, Ат-6; Суйслепское – Сл-1, Сл-2, Сл-3, Сл-4, Сл-5, Сл-6; Сябрына – С-1, С-2, С-3, С-4; Антей – Ан-1, Ан-2, Ан-3; Белана – Бл-1, Бл-2, Бл-3, Бл-4, Бл-5, Бл-6, Бл-7, Бл-8, Бл-9, Бл-10, Бл-11, Бл-12, Бл-13, Бл-14, Бл-15, Бл-16; Бельфлер-китайка – Бк-1, Бк-2, Бк-3, Бк-4; Белорусское летнее – БЛ-1, БЛ-2; Лошицкое – Л-1; Jonagold – Jн-1, Jн-2, Jн-3, Jн-4; Минкар – Мн-1; Дарунак – Д-1, Д-2, Д-3, Д-4; Банановое – Б-1, Б-2, Б-3, Б-4, Б-5, Б-6, Б-7; Мечта – Мч-1, Мч-2, Мч-3, Мч-4, Мч-5, Мч-6.

Выделение возбудителей парши яблони в чистую культуру и получение моноспоровых изолятов проводили по общепринятым в фитопатологии методикам [22, 23]. Всю дальнейшую работу проводили с моноспоровыми культурами гриба. Для культивации патогена использовали мо-

дифицированную среду Чапека. Полученные моноизоляты парши яблони хранили в пробирках с косым агаром в течение 1–2 месяцев, с последующим пассажем на новую питательную среду.

Описание и оценку морфологических признаков чистых культур гриба проводили при достижении ими 30-дневного возраста. При описании культурально-морфологических признаков моноизолятов учитывали форму, размер и край колоний, цвет, наличие центрального бугра, плотность колонии и ростовой коэффициент, обилие и характер мицелия [24]. Цвет колоний определяли по шкале А. С. Бондарцева [25]. Плотность колонии оценивали по 3-балльной системе (1 – редкая, 2 – средняя, 3 – плотная), затем по формуле вычисляли ростовой коэффициент (РК) [4]:

$$PK = \frac{d \times h \times g}{t},$$

где d – диаметр колонии, мм; h – высота колонии, мм; g – плотность колонии, балл; t – возраст колонии в сутках. Признаки оценивали визуально, при определении спороношения осуществляли микроскопирование препарата мицелия из края колонии в раздавленной капле воды при 600-кратном увеличении.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первоначальным этапом выявления внутривидовой дифференциации возбудителя парши яблони является изучение его морфолого-культуральных признаков [26, 27]. В течение вегетационного периода, с момента появления первых признаков поражения, с пораженных листьев и плодов яблони различного сортового и видового состава проведено выделение возбудителя парши в чистую культуру.

Изменчивость морфологических и физиологических признаков наглядно проявляется как в естественных условиях, так и при культивировании на питательных средах *in vitro*. Чаще всего отмечают варьирование размеров и форм спор, но оно может проявиться и в ряду других признаков, таких как скорость роста и окраска колоний, интенсивность спороношения, форма и толщина гиф, продуктивность конидий, а также агрессивность и вирулентность патогена. В некоторых случаях из всего количества оцениваемых признаков выбирают несколько, наиболее вариабельных, или один признак, но коррелирующий с рядом других признаков.

В отдельных случаях изоляты разделяют по всей совокупности морфолого-культуральных признаков на морфотипы. При этом в морфотип объединяют изоляты с максимально сходным набором характеристик, и в этом случае можно говорить об их генетической идентичности или родстве. Этот способ в наибольшей степени подходит для изучения популяционной изменчивости и динамики, так как позволяет наиболее полно оценить фенотипическое и генетическое разнообразие.

По результатам изучения морфо-культуральных признаков все штаммы возбудителя парши яблони (*V. inaequalis*) были разделены на 3 морфотипа, которые после пассажей на искусственной питательной среде сохраняли свои морфологические признаки. Выделение морфотипов осуществляли по характеру роста и комплексу морфологических признаков.

Морфотип I. После месячного инкубирования колонии достигали 4,0–10,0 мм в диаметре, ростовой коэффициент (РК) составил 0,9–9,5. Колонии в основном средней плотности, буровато-серые или оливково-серые с выпуклым, большим буровато-серым центральным бугром. Край колонии нечеткий, неровный, пушистый, лучистый. Мицелий темно-оливкового цвета, членистый, иногда извилистый с утолщениями, тонкий или средней толщины, с конидиями темно-оливкового или бурого цвета, большими по величине, удлинено-грушевидной формы. Интенсивность спороношения средняя или высокая. К этой группе относится 32,0 % изолятов: ПрБ-2, ПрБ-3, ПрБ-4, ПрБ-6, Ак-1, Ак-2, GE-3, GE-4, GE-5, Бсл-1, Бсл-2, Н-3, Кр-1, Gg-3, Тр-3, Тр-4, Тр-5, М.р.Е.-1, М.р.Е.-2, М.р.Е.-3, М.р.Е.-4, М.р.Е.-5, М.р.Е.-6, Ат-1, Ат-2, Ат-3, Ат-4, Ат-6, Сл-3, Бк-1, Бк-3, Бк-4, БЛ-1, БЛ-2, Б-3, Б-4, Мч-2, Мч-4, Бл-13.

Морфотип II. Колонии данного морфотипа имели размер 10,5–20,0 мм, ростовой коэффициент 3,8–19,3, плотные и средней плотности, оливково-серые или буро-оливковые. Центральный бугор большой или среднего размера и средневыпуклый, светло-серого или светло-оливкового

цвета, иногда со светло-желтоватыми или светло-оливковыми пятнышками. Край колонии от буровато-оливкового до бурого, неровный, нечеткий. Мицелий от светло-оливкового до темно-оливкового цвета, ветвистый, от тонкого до средней толщины, членистый иногда с утолщениями. Конидии крупные или средней величины, в основном грушевидной, иногда лимоновидной формы. Штаммы II морфотипа характеризуются в основном средней интенсивностью спороношения, иногда высокой. В эту группу вошли 57,0 % изолятов: ПрБ-1, ПрБ-5, Ак-3, Ак-4, Ак-5, GE-1, GE-2, Зр-1, Н-1, Н-2, Дм-1, Нв-2, Šm-1, Šm-2, СЛ-1, Gg-1, Gg-2, RB-1, RB-2, RB-3, RB-4, Тр-2, Лч-1, Лч-2, Лч-3, Лч-4, Лч-5, Лч-6, Ат-5, Сл-1, Сл-2, Сл-4, Сл-5, Сл-6, С-1, С-2, С-3, С-4, Ан-1, Ан-2, Ан-3, Бл-1, Бл-2, Бл-3, Бл-4, Бл-5, Бл-6, Бл-8, Бл-9, Бл-10, Бл-11, Бл-12, Бл-14, Бл-15, Бл-16, Бк-2, Л-1, Јн-3, Мн-1, Д-1, Д-2, Д-3, Д-4, Б-1, Б-2, Б-5, Б-6, Б-7, Мч-1, Мч-3, Мч-5, Мч-6.

Морфотип III. Колонии характеризуются от 21 до 30,0 мм в диаметре с ростовым коэффициентом 6,8–28,0. Колонии плотные, от серо-оливкового до буро-оливкового цвета, войлочные. Данные колонии характеризуются маленьким или средним, слабо- или средневыпуклым центральным бугром оливкового цвета со светло-оливковыми зонами. Край колонии четкий, буроватый или бурый. Мицелий темно-оливкового цвета, в основном средней толщины, иногда извилистый с утолщениями. Конидии крупные, темно-оливкового цвета, овальной или грушевидной формы. Интенсивность спороношения в основном слабая или средняя. К этой группе относится 11,0 % изолятов: Нв-1, W-1, Тр-1, М1-1, М1-2, М1-3, М1-4, М1-5, М1-6, М1-7, Бл-7, Јн-1, Јн-2, Јн-4.

В таблице представлен объем выборки изолятов, полученных с различных сортов яблони.

Распределение морфотипного состава *Venturia inaequalis* в зависимости от устойчивости сорта к парше

| Сорт | | Морфотип | | | Количество | |
|--|---------------------|----------|---------|---------|------------|------------|
| | | I | II | III | изолятов | морфотипов |
| Высокоустойчивые | S. Lawfam | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Белана | 1 | 14 | 1 | 16 | 3 |
| | Белорусское сладкое | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| | Дьямент | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Зорка | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Красавіта | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Нававіта | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | Тораз | 3 | 1 | 1 | 5 | 3 |
| Устойчивые | Дарунак | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 |
| | Rom Beauty | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 |
| | Лучезарное | 0 | 6 | 0 | 6 | 1 |
| | Белорусское летнее | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| | Мечта | 2 | 4 | 0 | 6 | 2 |
| Среднеустойчивые | Минкар | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Антоновка | 5 | 1 | 0 | 6 | 2 |
| | Auksis | 2 | 3 | 0 | 5 | 2 |
| | Папировка Белсад | 4 | 2 | 0 | 6 | 2 |
| | Банановое | 2 | 5 | 0 | 7 | 2 |
| | Jonagold | 0 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| Восприимчивые | Лошицкое | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Суйслепское | 1 | 5 | 0 | 6 | 2 |
| | Антей | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 |
| | Бельфлер-китайка | 3 | 1 | 0 | 4 | 2 |
| | Geneva Early | 3 | 2 | 0 | 5 | 2 |
| | Melba | 0 | 0 | 7 | 7 | 1 |
| | Сябрына | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 |
| | Wealthy | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | Haralson | 1 | 2 | 0 | 3 | 2 |
| | Šampion | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| | Golden Grimes | 1 | 2 | 0 | 3 | 2 |
| M. purpurea Elea | 6 | 0 | 0 | 6 | 1 | |
| Количество изолятов, шт/% | | 39/31 % | 72/58 % | 14/11 % | 125 | – |
| Количество выделенных сортов с морфотипа, шт/% | | 16/52 % | 25/81 % | 6/19 % | – | – |

Наибольшее количество изолятов было выделено на сортах Белана – 16 изолятов; Банановое и Мелба – по 7; Лучезарное, Мечта, Антоновка, Суйслепское, *M. purpurea* Elea – по 6 изолятов. Меньше всего изолятов было выделено с сортов S. Lawfam, Дьямент, Зорка, Красавица, Минкар, Лошицкое, Wealthy – по 1 шт. Наиболее распространенными оказались морфотипы I и II, которые были найдены у 52 и 81 % сортов соответственно.

Между тем, количество полученных изолятов и количество выявленных в результате морфологического анализа морфотипов не коррелировало (см. таблицу). Так, в самой большой выборке изолятов, полученных на сорте Белана, было выделено 3 морфотипа, тогда как на сорте Тораз 5 изолятов оказались тоже представителями 3 морфотипов.

Если проанализировать количество найденных морфотипов на одном сорте, то первенство занимают сорта Белана и Тораз, с которых было выделено 3 морфотипа. На сортах Нававица, Мечта, Антоновка, Auksis, Папировка Белсад, Банановое, Jonagold, Суйслепское, Бельфлер-китайка, Geneva Early, Naralson, Golden Grimes количество встреченных морфотипов составило 2. Таким образом, морфотипный состав различался в зависимости от сорта, что характеризует высокий внутривидовой уровень разнообразия *Venturia inaequalis*. Этот факт подтверждается исследованиями многих авторов, проведенными с использованием различных методик оценки внутривидового разнообразия патогена [8, 11, 12, 28, 29]. Редким, встреченным только на одном из сортов, был морфотип III, выделенный с сортов Melba и Wealthy. Морфотипы I и II не были выделены с данных сортов.

Анализ распределения морфотипного состава в зависимости от восприимчивости сортов к парше яблони показал одинаковую степень морфологической дифференциации в группах с высокой и средней устойчивостью к парше, а также группе восприимчивых к парше сортов. Количество встреченных морфотипов в этих группах было равно 3. В группе устойчивых сортов было найдено 2 морфотипа. Сравнение этих двух групп позволяет сказать, что степень восприимчивости сорта не влияет на уровень морфологического разнообразия патогена.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ морфолого-культуральных признаков 125 моноизолятов, выделенных с листьев и плодов различных сортов яблони, показал наличие широкой морфологической дифференциации, отражающей уровень внутривидового разнообразия местной популяции *Venturia inaequalis* – возбудителя парши яблони. В результате оценки многообразие полученных изолятов было сгруппировано в 3 морфотипа. Наиболее распространенными оказались морфотипы I и II, которые были найдены у 52 и 81 % сортов соответственно.

2. Уровень полиморфизма популяции гриба *V. inaequalis* зависел от конкретного сорта. Наиболее полиморфными были изоляты патогена, выделенные на сортах Белана и Тораз. Однако зависимости между разнообразием морфотипного состава *V. inaequalis* и группой устойчивости яблони к парше не было отмечено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Насонов, А. И. Использование моноаскоспоровых изолятов в популяционных исследованиях *Venturia inaequalis* / А. И. Насонов, И. И. Супрун // Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства : Междунар. саммит мол. уч. – Краснодар, 2016. – С. 124–128.
2. Курдюк, Т. П. Динамика штаммового состава возбудителя парши яблони / Т. П. Курдюк // Проблемы фитопатологии в Республике Беларусь : тез. докл. науч. конф. – Минск, 1996. – С. 31.
3. Дорожкин, Н. А. Вирулентность штаммов возбудителя парши яблони / Н. А. Дорожкин, Л. В. Бондарь, Н. А. Коновалова // Микология и фитопатология. – 1979. – Т. 13. – Вып. 5. – С. 401–404.
4. Комардина, В. С. Особенности культурально-морфологических признаков возбудителя парши яблони *Venturia inaequalis* (Сооск) Wint. (конидиальная стадия *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck.), выделенных из садов различных типов / В. С. Комардина // Защита растений : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт защиты растений». – Минск, 2006. – Вып. 30, ч. 2. – С. 121–128.
5. Козловская, З. А. Внутривидовая неоднородность *Venturia inaequalis* – возбудителя парши яблони / З. А. Козловская, Т. А. Гашенко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 4. – С. 97–100.
6. Жданов, В. В. Патогенность моноспоровых линий *Venturia inaequalis* (СКЕ) Wint / В. В. Жданов, Е. Н. Седов // Микология и фитопатология. – 1976. – Т. 10. – Вып. 5. – С. 421–423.

7. Федорова, Р. Н. Парша яблони / Р. Н. Федорова. – Л. : Колос, Ленингр. отд-ние, 1977. – 64 с.
8. Барсукова, О. Н. Парша яблони в Европейской части СССР / О. Н. Барсукова // Микология и фитопатология. – 1983. – Т. 17. – № 5. – С. 395–403.
9. Барсукова, О. Н. Расовый состав *Venturia inaequalis* (Ске.) Wint. на Кавказе / О. Н. Барсукова // Микология и фитопатология. – 1985. – Т. 19. – Вып. 6. – С. 499–502.
10. Барсукова, О. Н. Изменение расового состава *Venturia inaequalis* (Ске.) Wint. / О. Н. Барсукова // Микология и фитопатология. – 1991. – Т. 25. – Вып. 6. – С. 546–549.
11. On the origin and spread of the scab disease of apple: out of central Asia / P. Gladieux [et al.] // PLoSOne. – 2008. – Vol. 3. – № 1. – P. 1455.
12. Tenzer, I. Subdivision and genetic structure of four populations of *Venturia inaequalis* in Switzerland / I. Tenzer, C. Gessler // European Journal of Plant Pathology. – 1997. – Vol. 103. – № 6. – P. 565–571.
13. Khajuria, Y. P. Molecular Characterization of *Venturia inaequalis* Causing Apple Scab in Kashmir / Y. P. Khajuria, S. Kaul, M. K. Dhar // Open Access Scientific Reports. – 2012. – 1:339. doi: 10.4172/scientificreports.339.
14. Virulence and molecular diversity of *Venturia inaequalis* in commercial apple growing regions in Kashmir / B. A. Padder [et al.] // Journal of Phytopathology. – 2013. – Vol. 161. – № 4. – P. 271–279.
15. Жуковский, П. М. Культурные растения и их сородичи / П. М. Жуковский. – Л. : Колос, 1971. – 751 с.
16. Дьяков, Ю. Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов / Ю. Т. Дьяков. – М. : ИД «Муравей», 1998. – 384 с.
17. Бондарь, Л. В. Сравнительное изучение популяций возбудителя парши яблони по морфологическим признакам / Л. В. Бондарь // Защита растений (сб. науч. тр.). – Минск : Ураджай, 1988. – Вып. XIII. – С. 21–25.
18. Detection of variation in virulence toward susceptible apple cultivars in natural populations of *Venturia inaequalis* / H. Sierotzki [et al.] // Phytopathology. – 1994. – Vol. 84. – P. 1005–1009.
19. Population variation of apple scab (*Venturia inaequalis*) with in mixed orchards in the UK / X. Xu [et al.] // European journal of plant pathology. – 2013. – Vol. 135. – № 1. – P. 97–104.
20. Насонов, А. И. Парша яблони: особенности возбудителя и патогенеза / А. И. Насонов, И. И. Супрун // Микология и фитопатология. – 2015. – Т. 49. – Вып. 5. – С. 275–285.
21. Tenzer, I. Genetic diversity of *Venturia inaequalis* across Europe / I. Tenzer, C. Gessler // European Journal of Plant Pathology. – 1999. – Vol. 105. – № 6. – P. 545–552.
22. Хохряков, М. К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / М. К. Хохряков. – Л. : ВИЗР, 1974. – 69 с.
23. Дорожкин, Н. А. Методика выделения моноспоровых изолятов *Phytoftora infestans* / Н. А. Дорожкин, З. И. Ремнева, А. М. Кремнева // Доклады АН БССР, серия с.-х. наук. – 1968. – № 2. – С. 54–59.
24. Дорожкин, Н. А. Культурально-морфологическая характеристика штаммов *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. – возбудителя парши яблони / Н. А. Дорожкин, Л. В. Бондарь, Н. А. Коновалова // Ботаника (исслед.). – Минск : «Наука и техника», 1975. – Вып. 17. – С. 161–165.
25. Бондарцев, А. С. Шкала цветов / А. С. Бондарцев. – М. ; Л., 1954. – 27 с.
26. Ищенко, Л. А. Внутривидовое разнообразие географических популяций возбудителя парши яблони *Venturia inaequalis* / Л. А. Ищенко, Л. А. Громека, В. К. Семенова // Бюллетень научной информации ЦГЛ им. И. В. Мичурина. – Мичуринск, 1969. – Вып. 16. – С. 63–64.
27. Курдюк, Т. П. Внутривидовая неоднородность *Venturia pirina* adher – возбудителя парши груши / Т. П. Курдюк // Плодоводство : науч. тр. / Белорусский НИИ плодоводства. – Минск : Ураджай, 1989. – Вып. 7. – С. 39–44.
28. Evolution of the population structure of *Venturia inaequalis*, the apple scab fungus, associated with the domestication of its host / P. Gladieux [et al.] // Molecular Ecology. – 2010. – Vol. 19. – № 4. – P. 658–674.
29. Насонов, А. И. Особенности генетического разнообразия *Venturia inaequalis* в садовых насаждениях Краснодарского края и Республики Адыгея / А. И. Насонов, Г. В. Якуба // Научные труды СКЗНИИСиВ. – 2016. – Т. 9. – С. 180–186.

MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION OF *VENTURIA INAEQUALIS* – CAUSATIVE AGENT OF APPLE SCAB

T. A. HASHENKA, J. G. KANDRATSENAK, T. N. MARTSYNKEVICH, Z. A. KAZLOUSKAYA

Summary

The isolates of the causative agent of apple scab *Venturia inaequalis* (isolated from cultivars of various genetic origin) differ in cultural and morphological characteristics. The morphological and cultural features of 125 monospore isolates of *Venturia inaequalis* (the causative agent of apple scab) were analyzed. Wide morphological differentiation was revealed, which reflects the intrapopulation diversity of the local population of causative agent of apple scab. The variety of isolates obtained was grouped into 3 morphotypes. The most common were morphotypes I and II, which were found in 52 and 81 % of cultivars, respectively. The polymorphism level of fungus population depended on cultivar given. The most polymorphic were pathogen isolates found on cultivars Belana and Topaz. No dependence was found between the diversity of the morphotype composition of *Venturia inaequalis* and group of apple resistance to scab.

Keywords: apple scab, *Venturia inaequalis*, monospore isolates, morphotypes of scab apple, Belarus.

Поступила в редакцию 30.03.2020 г.