

УДК 632.07:63444.723.632.4

А. Г. ЧЕРНЕЦКАЯ, В. В. ВАЛЕТОВ

**РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА СОРТОВ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ (*RIBES NIGRUM L.*)
НА УСТОЙЧИВОСТЬ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ
(*SPHAEROTHECA MORS-UVAE (SCHW) BERK. ET GURT*)**

Мозырский государственный педагогический университет

(Поступила в редакцию 09.11.2006)

Введение. Основные направления развития ягодоводства включены как составная часть в Государственную целевую программу развития плодоводства на 2004–2010 гг. «Плодоводство», которая одобрена и утверждена Советом Министров Республики Беларусь в целях насыщения потребительского рынка республики качественной плодово-ягодной продукцией и продуктами ее переработки, снижения импорта и наращивания экспортного потенциала [1].

Смородина черная (*Ribes nigrum L.*) – одна из наиболее важных ягодных культур в Беларуси. На ее долю приходится свыше 40% общей площади ягодных насаждений [2]. Плоды черной смородины являются ценным сырьем для пищевой и перерабатывающей промышленности.

Одним из факторов, снижающих количество и качество урожая черной смородины, являются потери, связанные с поражением болезнями, из которых наиболее распространена и вредоносна мучнистая роса (*Sphaerotheca mors-uvae (Schw) Berk. et Gurt.*).

Действенной и эффективной мерой снижения вредоносности мучнистой росы смородины черной является введение в культуру сортов и гибридов, обладающих устойчивостью к болезни [3–7].

Цель исследований – выяснение причин пассивного иммунитета смородины черной к возбудителю мучнистой росы и разработка косвенного метода оценки и отбора смородины черной на устойчивость к этому заболеванию.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на 7 сортах белорусской селекции: Памяти Вавилова – иммунный к возбудителю мучнистой росы; Церера – относительно устойчивый; Купалинка, Катюша, Клуссоновская, Волшебница – среднепоражаемые. Сорт Минай Шмырев (контроль) взят как сильнопоражаемый возбудителем мучнистой росы. Объектом исследования являлась морфоанатомическая структура листьев сортов черной смородины.

Для анатомических исследований использовали «Методы анатомо-гистохимических исследований растительных тканей» [8] и «Анатомические методы исследований культурных растений: методические указания ВАСХНИЛ, ВНИИ растений им. Н. И. Вавилова» [9]. Оценка сортов на устойчивость к американской мучнистой росе проводили на естественном инфекционном фоне по методике ВИР (1972).

Полученный в результате полевых и лабораторных исследований материал обрабатывали с помощью методов математической статистики.

Результаты и их обсуждение. Выявлено, что устойчивость растений смородины черной к мучнистой росе связана с морфоанатомической структурой листа. По результатам однофакторного дисперсионного анализа, к признакам, влияющим на устойчивость, относятся: толщина нижнего эпидермиса и размеры устьиц (длина и ширина).

Чтобы выявить признаки, связанные с устойчивостью к мучнистой росе, были составлены матрицы парных корреляций между развитием болезни и показателями морфоанатомической структуры листа смородины черной.

Корреляционный анализ проводили по 20 признакам. Вычисление коэффициентов корреляции позволило выявить критерии устойчивости и отбросить малоинформативные признаки.

Корреляционный анализ подтвердил наличие связи между устойчивостью растений черной смородины к мучнистой росе и морфоанатомической структурой листа.

Установлено, что начиная с растений однолетнего возраста до растений 8 лет выделяется группа признаков, коррелирующих с устойчивостью к мучнистой росе: толщина нижнего эпидермиса и размеры устьиц (длина и ширина замыкающих клеток устьиц, ширина устьичной щели) (табл. 1). Мы отмечаем также, что связь между толщиной нижнего эпидермиса, с одной стороны, и развитием болезни, с другой, носит отрицательный характер (обратная корреляция), а связь между размерами устьиц и развитием болезни – положительный (прямая корреляция).

Т а б л и ц а 1. **Признаки листа смородины черной у разновозрастных растений с высоким коэффициентом корреляции к развитию заболеваемости мучнистой росой**

Показатель	Коэффициент корреляции	Направление связи
<i>Школка (растения до 1 года)</i>		
Длина замыкающих клеток	0,96*	Прямая
Ширина замыкающих клеток	0,92	Прямая
Ширина устьичной щели	0,95	Прямая
Толщина нижнего эпидермиса	-0,94	Обратная
Толщина верхнего эпидермиса	-0,96	Обратная
Толщина столбчатого мезофилла	0,86	Прямая
<i>4-летние растения</i>		
Длина замыкающих клеток	0,91	Прямая
Ширина замыкающих клеток	0,88	Прямая
Ширина устьичной щели	0,90	Прямая
Толщина нижнего эпидермиса	-0,97	Обратная
Количество трихом	0,80	Прямая
<i>8-летние растения</i>		
Длина замыкающих клеток	0,96	Прямая
Ширина замыкающих клеток	0,97	Прямая
Ширина устьичной щели	0,98	Прямая
Толщина нижнего эпидермиса	-0,98	Обратная

* $P = 0,05$ (5%).

В ходе корреляционного анализа выявлена линейная отрицательная зависимость между развитием болезни и толщиной клеток нижнего эпидермиса и линейная положительная зависимость между развитием болезни и размерами устьиц (длиной и шириной) и шириной устьичной щели на нижнем эпидермисе. Зависимость устойчивости растений смородины черной к болезни от морфоанатомической структуры листа смородины черной проявилась в разном возрасте растений.

В ходе исследований вегетативного роста смородины черной установлено, что у растений разного возраста происходят количественные изменения параметров листа – у растений от 1 года до 8 лет увеличивается до 6% толщина нижнего и до 14% верхнего эпидермиса, а также увеличивается до 33% толщина столбчатого и до 6% губчатого мезофилла; размеры устьиц и основных клеток нижнего эпидермиса, что снижает их количество в 1 мм²: количество устьиц уменьшается в среднем на 25%, а количество основных клеток – на 3%.

Экспериментально доказано, что листья смородины черной являются наиболее восприимчивыми к возбудителю американской мучнистой росы у растений школки и 4-летних растений из-за увеличения в этот период размеров устьиц (особенно ширины устьичной щели) и уменьшения у большинства сортообразцов толщины нижнего эпидермиса.

Для изучения характера связей между анатомическими параметрами поверхностных систем листа и устойчивостью к мучнистой росе, а также для прогноза развития болезни по особеннос-

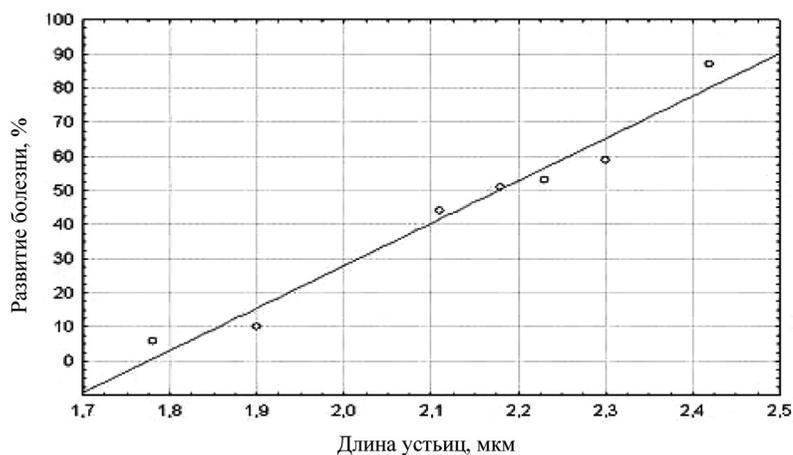


Рис. 1. Линейная модель зависимости развития мучнистой росы от длины устьиц на нижнем эпидермисе

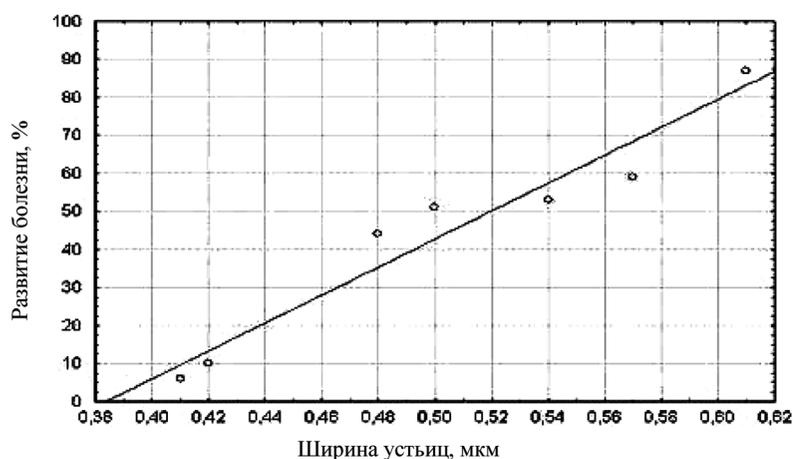


Рис. 2. Линейная модель зависимости развития мучнистой росы от ширины устьиц на нижнем эпидермисе

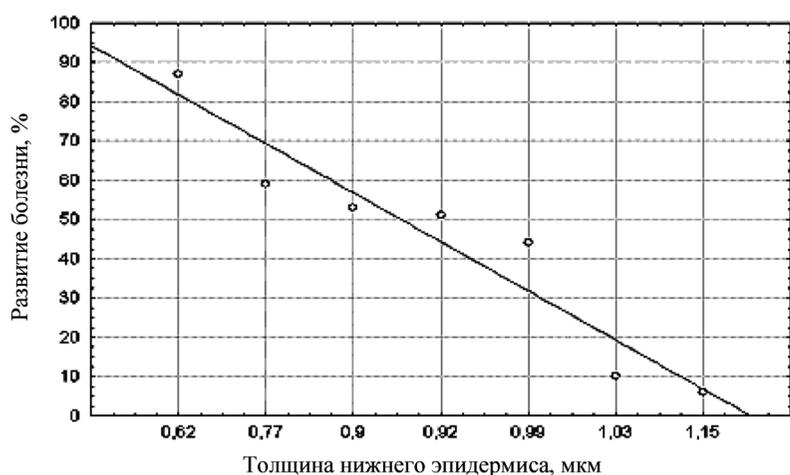


Рис. 3. Линейная модель зависимости развития мучнистой росы от толщины нижнего эпидермиса

тям морфоанатомической структуры листа черной смородины мы использовали регрессионный анализ, для которого из всех выявленных критериев болезнестойчивости было выбрано три признака: длина и ширина устьиц на нижнем эпидермисе, толщина нижнего эпидермиса.

Для описания взаимосвязей между средним развитием болезни и размерами устьиц на нижнем эпидермисе были построены линейные модели зависимости среднего развития мучнистой росы от длины (рис. 1), ширины (рис. 2) устьиц на нижнем эпидермисе, толщины нижнего эпидермиса (рис. 3). На рисунках приведены уравнения полученных моделей.

Так, связь болезнестойчивости и длины устьиц на нижнем эпидермисе описывается следующим уравнением: $y = -2,202 + 0,983x$, где y – среднее развитие болезни; x – исследуемый признак. Зависимость среднего развития мучнистой росы от ширины устьиц на нижнем эпидермисе уравнением $y = -1,412 + 0,969x$. Связь болезнестойчивости и толщины нижнего эпидермиса – $y = 0,943 - 0,95x$.

На основе выясненных корреляционных связей и полученных регрессионных уравнений мы можем предложить метод ранней диагностики, который позволяет определить устойчивость того или иного сорта за один вегетационный период в полевых условиях при отсутствии возбудителя болезни и условий, необходимых для искусственного заражения.

Для изучения параметров листа смородины черной берутся одновозрастные листья от верхушечной почки до 6–10-го листа

(именно они подвергаются заражению). В лабораторных условиях готовятся анатомические препараты участков нижнего эпидермиса листа средней зоны (между основанием листовой пластинки и его верхушкой), краем листа и средней жилкой и поперечным срезом листовой пластинки

ки. Значение длины (ширины) устьиц и толщины нижнего эпидермиса должно составлять среднее из 20 измерений.

Для микроскопического исследования строения листьев черной смородины могут быть использованы бинокулярный или монокулярный микроскопы. Для измерения отдельных элементов анатомического строения листа удобно использовать увеличение $40 \times 0,65$.

Определить группу устойчивости сорта можно, зная размеры устьичных клеток и толщины нижнего эпидермиса, по шкале устойчивости (табл. 2). Образцы смородины черной с длиной устьиц на нижнем эпидермисе ниже 2,34 мкм, шириной ниже 1,56 мкм, толщиной нижнего эпидермиса более 0,89 мкм будут обладать высокой устойчивостью к мучнистой росе (развитие болезни до 10%). Для образцов черной смородины с длиной устьиц на нижнем эпидермисе – до 2,74 мкм, шириной – до 1,96 мкм, толщиной нижнего эпидермиса – до 0,88 мкм будет характерна средняя устойчивость (развитие болезни менее 49%). Низкая и очень низкая устойчивость (развитие болезни 50% и более) будет у образцов с длиной устьиц на нижнем эпидермисе выше 2,75 мкм, шириной выше 1,97 мкм, толщиной нижнего эпидермиса менее 0,47 мкм.

Т а б л и ц а 2. **Параметры (диагностические признаки) листа сортов черной смородины на устойчивость к мучнистой росе**

Параметры устьиц нижнего эпидермиса листа, мкм		Толщина нижнего эпидермиса листа, мкм	Группа устойчивости
длина	ширина		
1,50–2,24	1,20–1,46	0,99–1,35	Иммунные
2,25–2,34	1,47–1,56	0,89–0,98	Относительно устойчивые
2,26–2,74	1,57–1,96	0,48–0,88	Среднепоражаемые
2,75–3,00	1,97–2,05	0,23–0,47	Сильнопоражаемые

Метод ранней диагностики болезнеустойчивости имеет преимущества по сравнению с прямым испытанием сортообразцов в полевых условиях, так как экономит время для исследований и не требует больших земельных площадей, позволяет определить устойчивость того или иного сорта за один вегетационный период в лабораторных условиях при отсутствии возбудителя болезни и условий, необходимых для искусственного заражения.

Заключение. Для оценки селекционного материала смородины черной на устойчивость к мучнистой росе рекомендуется использовать разработанный метод ранней диагностики определения устойчивости растений черной смородины. При селекции черной смородины на устойчивость к этому заболеванию необходимо учитывать выявленные нами параметры количественно-анатомических признаков, обеспечивающих устойчивость к проникновению возбудителя.

Метод ранней диагностики болезнеустойчивости имеет преимущества по сравнению с прямым испытанием сортообразцов в полевых условиях, так как экономит время для исследований и не требует больших земельных площадей. Его можно использовать в селекционных учреждениях наряду с другими существующими методами оценки устойчивости смородины черной к болезням в качестве метода для предварительного отбора устойчивых сортообразцов.

Литература

1. Плодоводство. Государственная целевая программа развития плодоводства на 2004–2010 годы. Утв. Советом Министров Республики Беларусь 31.05.2004 г. Пост. № 645 / Минсельхозпрод РБ, НАН Беларуси, РУП «Институт плодоводства НАН Беларуси». Минск, 2004. С. 18–27.
2. З а з у л и н а Н. А. // Селекция и сортоизучение черной смородины. Мичуринск, 1988. С. 102–104.
3. Р о д ю к о в а О. С. // Научные основы устойчивого садоводства в России: Докл. конф. 11–12 марта 1999 г. Мичуринск, 1999. С. 357–358.
4. Р о м а н ь к о в Д. А. Интенсивное плодовоовощеводство в условиях Республики Беларусь: Сб. науч. тр. Горки, 1995. С. 8–12.
5. Я ч е в с к и й А. А. Болезни растений (фитопатология): В 3 т. Т. 1. СПб., 1910. С. 145–184.
6. B r o w n I. F., S h i p t o n W. A. Relationship of penetration to infection type when seedling wheat leaves are inoculated with *Puccinia graminis tritici* // *Phytopathology*. 1964. Br 54. P. 89–91.

7. Dorfelt H., Gerner H. *Die Welt der Pilze*. 1. Aufl. Leipzig; Jena, Berlin: Urania-Verlag, 1989. S. 106–121, 172.
8. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М.: Наука, 1979. С. 21–35.
9. Анатомические методы исследования культурных растений: Метод. указания / Под общ. ред. Г. И. Москалевой. Л.: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова, 1989. С. 23–45.

A. G. CHERNECKAYA, V. V. VALETOV

EARLY DIAGNOSTICS OF SORTS OF BLACK CURRANTS (*RIBES NIGRUM L.*) ON THE STABILITY TO POWDERY MILDEW (*SPHAEROTHECA MORS-UVAE (SCHW) BERK. ET GURT*)

Summary

For the first time in the conditions of Belarus, the anatomical peculiarities of the black currants leaf of Belarusian selection were studied in connection to the resistance to powdery mildew in the dynamics of three age groups of plants according to 20 anatomical signs. The connection between the anatomical peculiarities of the black currants leaf structure and resistance to powdery mildew was investigated and analysed, the anatomical criteria of black currants resistance to an agent of powdery mildew were shown with the help of different variants of statistic processing. The anatomical method of early diagnostics of resistance to powdery mildew of black currants sorts, based on the dependence of the development of disease on the sizes of stoma in low epidermis and low epidermis thickness of the black currants leaf, was developed for the first time in the world practice.