

УДК 581.8: 582.285.22

**ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И АНАТОМИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ *POTENTILLA RECTA* L. ПОД ВЛИЯНИЕМ РЖАВЧИННОГО
ГРИБА *PHRAGMIDIUM POTENTILLAE* (PERS. : PERS.) P. KARST. В
ГОРНОМ КРЫМУ**

Присянникова И. Б., Романова Д. А.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный
университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Крым, Россия
E-mail: aphanisomenon@mail.ru*

В результате исследований, проведённых в течение вегетационного сезона 2020 года в окрестностях пгт. Научный Бахчисарайского района Республики Крым на одном из отрогов горы Сель-Бухра (658,2 м н.у.м.), получены новые данные о феноспектрах растения *Potentilla recta* L. (Rosaceae) и ржавчинного гриба *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst.). Впервые обнаружена в период массового цветения *P. recta* на листьях ранняя (третья декада июня) закладка телиев и телиоспор (зимующей стадии ржавчинного гриба *Phr. potentillae*). Исследовано анатомическое строение здоровых и пораженных ржавчинным грибом растений *P. recta*. Исходя из анатомического строения вегетативных органов, *P. recta* можно отнести к экологической группе мезоксерофиты. При анализе органотропной специализации ржавчинного гриба установлено, что мицелий носит локальный характер, спороношение гриба *Phr. potentillae* в корнях отсутствует, поражению грибом подвергались преимущественно листья, черешки, стебель, реже – чашелистики. В месте внедрения паразита в лист *P. recta* отмечается некроз эпидермы, мезофилла, вплоть до полного выпадения некротизированной ткани из листа.

Ключевые слова: фенологический спектр, анатомическое строение, ржавчинный гриб *Phragmidium potentillae*, питающее растение *Potentilla recta*, ценопопуляция.

ВВЕДЕНИЕ

Климат Крымского полуострова в целом благоприятен как для развития сосудистых растений, так и для трофически связанных с ними грибов-паразитов и сапрофитов. Ржавчинные грибы, являясь облигатными паразитами растений с узкой специализацией в пределах рода или вида растений-хозяев, вызывают заболевания как культурных, так и дикорастущих растений. Поскольку жизнедеятельность биотрофов – облигатных грибов-паразитов, тесно связана с растением-хозяином, их сохранение в природе, выживание, переход от одного периода вегетации растений к другому, обеспечивается благодаря наличию покоящихся структур и способностью к быстрому размножению при наступлении благоприятных условий [1].

Изучение взаимодействия фитопатогена (ржавчинного гриба) и ценопопуляции питающего растения, а также закономерностей протекания их жизненных циклов, сроки и способы инфекции, анализ феноспектров ассоциированной пары гриб-

растение и особенностей анатомического строения растений под влиянием инфекции является актуальной научной проблемой. По данным литературы [2, 3] исследования взаимосвязей ржавчинного гриба *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst и питающего растения *Potentilla recta* (L) (Rosaceae) в Горном Крыму ранее не проводились, в связи с чем нами впервые был составлен фенологический спектр растения-хозяина и ржавчинного гриба-паразита, а также описана локализация ржавчинного гриба *Phr. potentillae* и его влияние на анатомическое строение питающего растения *P. recta*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Микологические исследования проводились в течение вегетационного сезона 2020 года в окрестностях пгт. Научный Бахчисарайского района Республики Крым на одном из отрогов горы Сель-Бухра (658,2 м н.у.м.) на одной однородной пробной площади размером 9 х 51 м (общая площадь составляет 450 м², крутизна склона 30°). Для данного участка характерно мозаичное сочетание участка степи и шибляка – сообщества, слагаемого гемиксерофильными листопадными кустарниками и низкорослыми кустообразными деревьями, а также «дубков» – участков дубового и дубового-соснового леса, с преобладанием низкорослого дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.). Травостой пробной площади преимущественно слагают: *Potentilla recta* L., *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng и др. (рис. 1). Общее проективное покрытие участка составляет 90 %.

Камеральная обработка полученного материала проводилась на кафедре ботаники и физиологии растений и биотехнологий факультета биологии и химии Таврической академии (СП) Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Объект изучения – растения *P. recta*, пораженные ржавчинным грибом *Phr. potentillae*. Варианты опыта: контроль – здоровое растение, опыт – пораженное грибом *Phr. potentillae*.

Фиксация материала. Здоровые и больные растения или их части гербаризировали с составлением стандартных этикеток [4]. Идентификацию образцов ржавчинного гриба *Phr. potentillae* на листьях растения-хозяина проводили стандартным методом с помощью определителей [5, 6], а название растения-хозяина представлено по источнику [7]. Таксономический статус вида гриба приведен согласно интерактивной базе Fungal Databases, U. S. National Fungus Collections [8]. Фенологические спектры составлены по методике И. Н. Бейдеман [9]. Для анатомических исследований и выявления гиф мицелия и спороношения гриба в растительных тканях использовали фиксатор следующего состава: этиловый спирт, 50% - 90 мл; ледяная уксусная кислота – 5 мл; формалин – 5 мл [10]. Полученные анатомические срезы окрашивали флюороглюцином с соляной кислотой.

Фотофиксацию анатомических срезов вегетативных органов *O. luteus* проводили с помощью фотонасадки, установленной на микроскоп медицинский прямой CX31RTSF, Olympus (Филиппины). Микроскопическая техника и оргтехника была приобретена в рамках реализации проекта Программы развития «Разработка сетевой образовательной программы по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленности 03.02.08 Экология».

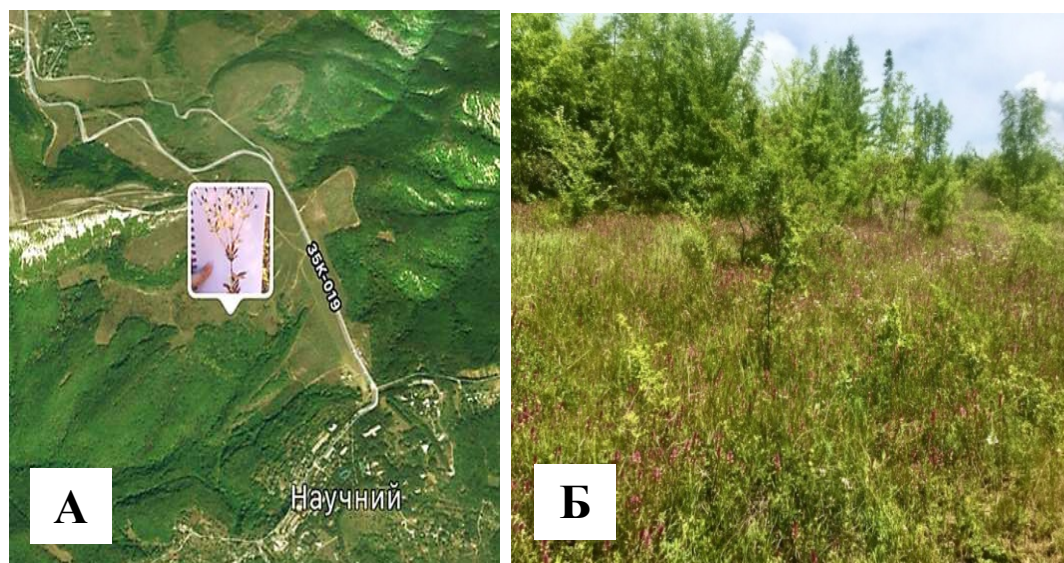


Рис. 1. Местоположение ценопопуляции *Potentilla recta* L.: А – картографическое обозначение; Б – внешний вид пробной площади на склоне горы Сель-Бухра (20.06.2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Potentilla recta – многолетняя поликарпическая трава, у которой корневище остается жизнеспособным на протяжении всего онтогенеза особи и ежегодно весной формирует новые побеги [11]. По результатам проведенных исследований (рис. 2), начало длительной, интенсивной фазы вегетации у *P. recta* приходится на II декаду марта, которая длится до I декады мая; следом наступает фаза бутонизации (начало II-й декады мая – середина II-й декады июня).

Фаза интенсивного цветения наступает с середины II-й декады июня и заканчивается I-й декадой июля; фаза массового плодоношения наступает во II-й декаде июля и заканчивается в первой половине I-й декады августа, далее наступает фаза покоя растения (рис. 2).

Летний период 2020 года характеризовался длительной засухой, малочисленными осадками, а также массовым развитием инфекции, вызванной, ржавчинным грибом *Phr. potentillae* на растении-хозяине *P. recta*. Сопоставление фенологического спектра *P. recta* с фазами спороношений гриба *Phr. potentillae* (рис. 2 и 3), позволило обнаружить, что закладка пикноспор под эпидермой пораженных органов питающего растения происходит в фазу вегетации (рис. 4), т.е. в фазу интенсивного образования и накопления вегетативной массы (формирование листьев, начало закладки генеративных органов).

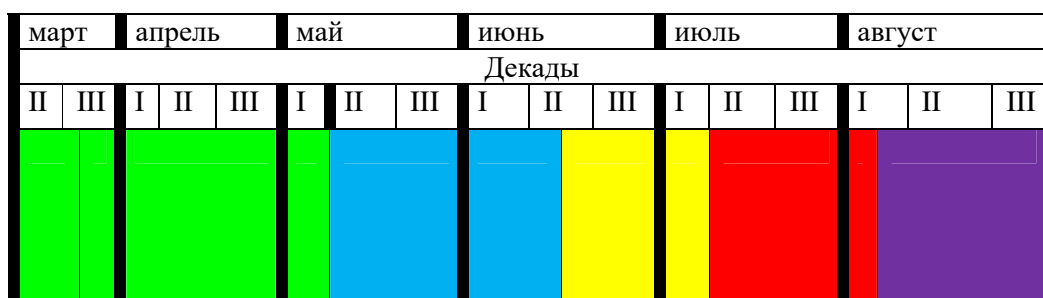
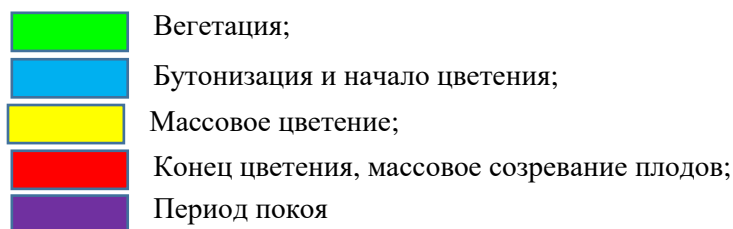


Рис. 2. Фенологический спектр *Potentilla recta* (L.) (Rosaceae) (2020 г.)



Эциоспоры в эциях ржавчинного гриба появляются к концу фазы вегетации – начала фазы бутонизации и процесс эциообразования длится по вторую декаду мая включительно (рис. 3 и 5); активное развитие следующего типа спороношения – урединоспор в урединиях наблюдается в фазе бутонизации и в первой половине фазы цветения (рис. 3 и 6).

В середине II-й декады июня (20. 06. 2020 г.) на учетной площадке № 13, нами были найдены пораженные растения *P. recta*, с признаками телиоспороношения, что нетипично для данного периода вегетационного сезона, поскольку пик закладки и формирования телиоспор, как зимующего типа спор, приходится лишь на вторую-третью декаду июля – первую декаду августа (рис. 7). Анатомические исследования пораженного листа *Potentilla recta*, обнаруженного с признаками телиоспороношения от 20.06.2020, показали, что на некоторых листьях действительно наблюдалась закладка немногочисленных телиев и развитие телиоспор в пестулах. Отмечено созревание и выход телиоспор с образованием разрыва покровной ткани листа (эпидермы и кутикулы) в данный период вегетации (рис. 8). Таким образом, впервые нами обнаружен факт ранней закладки телиев и телиоспор (зимующей стадии) *Phr. potentillae* в фазу массового цветения питающего растения.

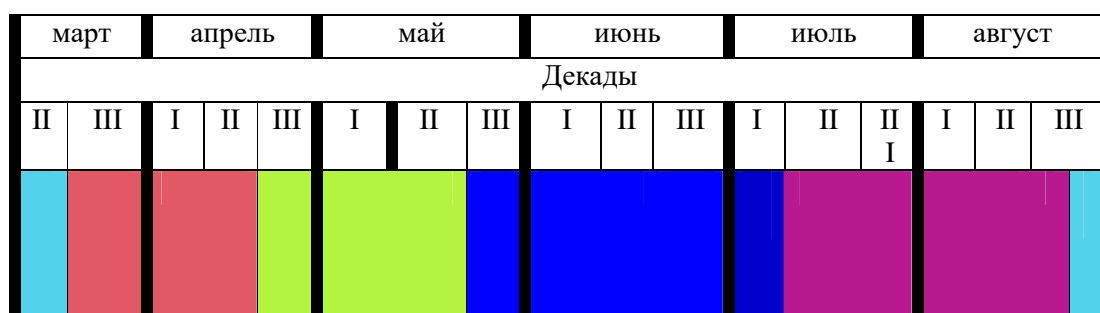


Рис. 3. Фенологический спектр *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst (2020 г.).

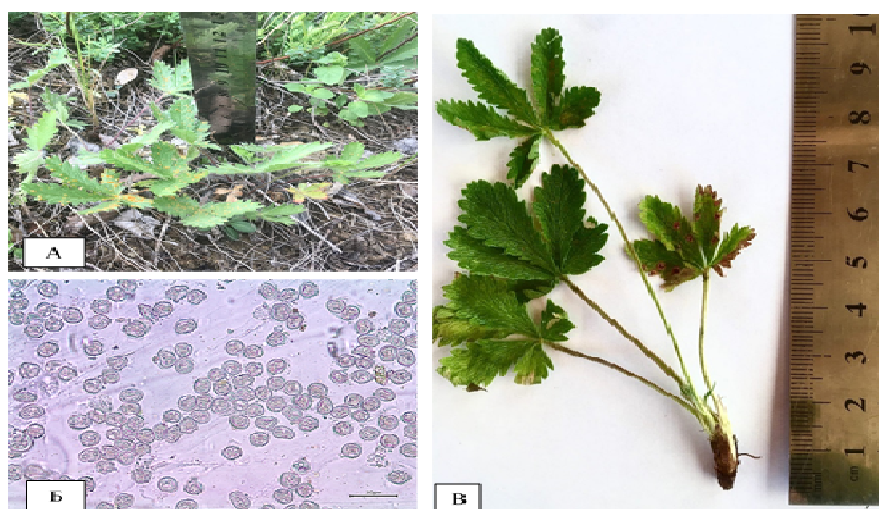
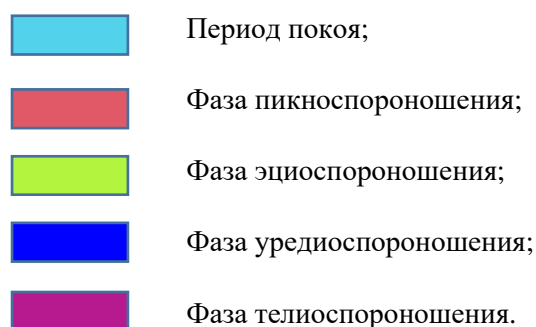


Рис. 4. Ржавчинный гриб *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst. на листьях *Potentilla recta* L.: А – пораженная особь в естественном месте произрастания (окрестности пгт. Научный, склон горы Сель-Бухра, фаза вегетации (30.04.2020)); Б – пикниоспоры; В – общий вид пораженного растения.

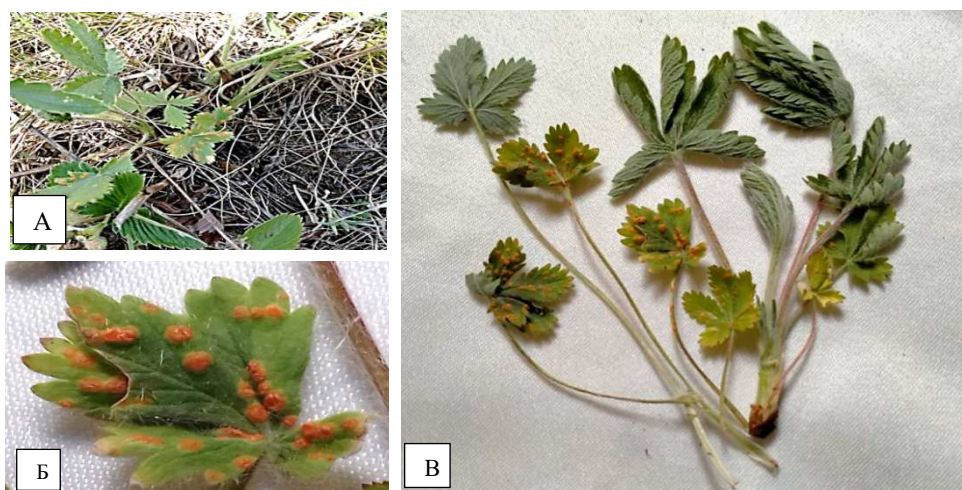


Рис. 5. Ржавчинный гриб *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst. на листьях *Potentilla recta* L.: А – пораженная особь *P. recta* в естественном месте произрастания (окрестность пгт. Научный, склон горы Сель-Бухра; фото 23. 05. 2020, фаза вегетации); Б – эциоспоры; В – общий вид поражения.

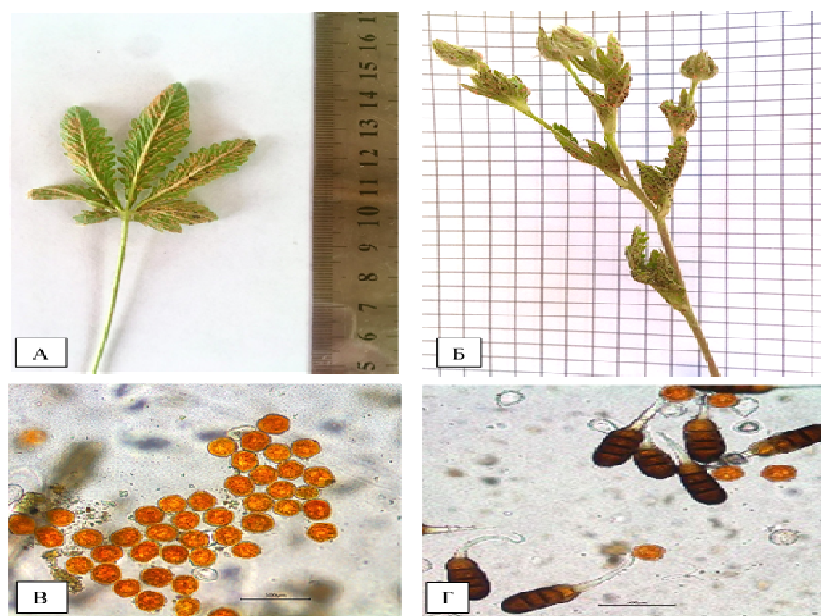


Рис. 6. Ржавчинный гриб *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst. на листьях и чашечке *Potentilla recta* L.: А – урединиоспороношение на абаксиальной стороне листа; Б – урединии и телии на соцветии и прицветных листьях; В – урединиоспоры (с шиповатой наружной оболочкой); Г – урединиоспоры и телиоспоры.

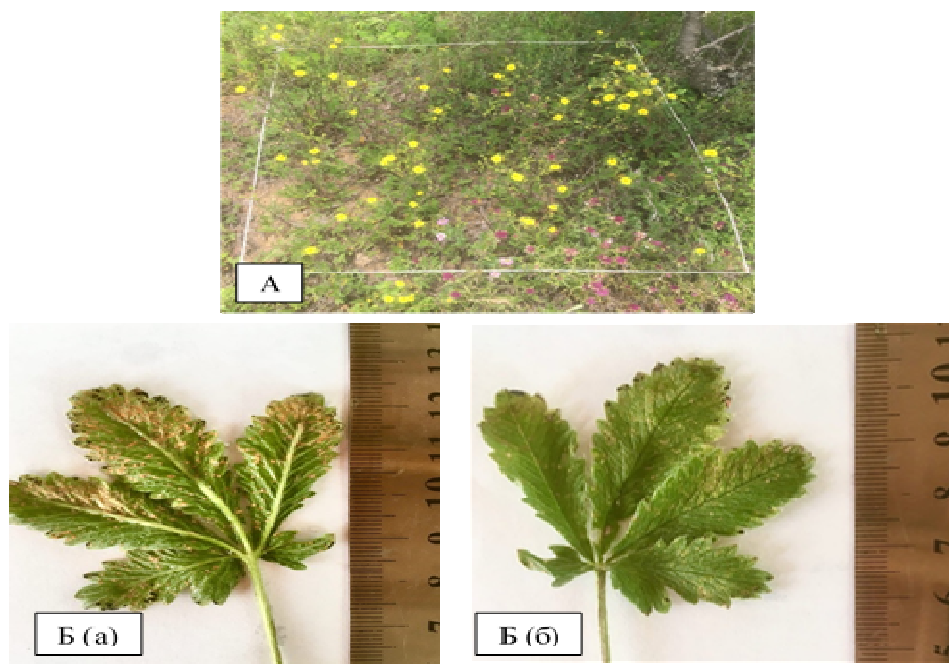


Рис. 7. *Potentilla recta* L., пораженная ржавчинным грибом *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst.: А – учетная площадь № 13 (окрестность пгт. Научный, склон горы Сель-Бухра; фото от 20.06.2020); Б – ржавчинный гриб *Phr. potentillae* на листьях *P. recta* в период массового цветения: а – абаксиальная часть листа; б – адаксиальная сторона листа.

При переходе к фазе состояния покоя на листьях, стеблях и чашелистиках *P. recta* обнаруживалась массовая закладка осеннего (зимующего) спороношения *Phr. potentillae* в виде телиев с телиоспорами, которые состояли их 3–5 клеток с довольно длинной крепкой бесцветной ножкой, расширенной в нижней части и окрашенной в коричневатый цвет у ее основания. Телиоспоры имели цилиндрическую или слегка булабовидную форму, слабо перетянутые у перегородок, с верхней полушаровидной клеткой, имеющей слабо выраженный сосочек на вершине (рис. 8 Г).

В связи со сложившимися погодными условиями летом 2020 года (высокие температуры, малое количество осадков) уже в начале I-ой декады августа наблюдался переход растений *P. recta* в фазу вынужденного покоя (рис. 9), в этот же период наблюдалась и высокая степень поражения надземных органов питающего растения *P. recta* и массовое формирование осенней генерации спор (телиоспор) ржавчинного гриба *Phr. potentillae*.

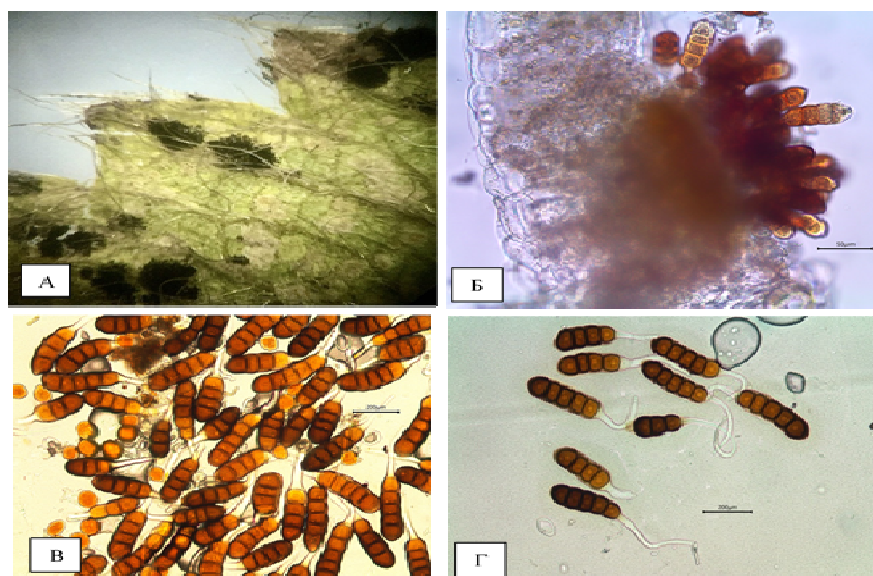


Рис. 8. Ржавчинный гриб *Phragmidium potentillae* (Pers.) P. Karst., на листьях *Potentilla recta* L.: А – телии на абаксиальной стороне листа (макросъемка увел. х 4,5); Б – телий с телиоспорами; В, Г – 3–5 клеточные телиоспоры.



Рис. 9. Ржавчинный гриб *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst. на *Potentilla recta* L.: А, Б – внешний вид пораженных соцветий; В, Г – многочисленные телии на абаксиальной стороне листа.

Анатомическое строение корня. Анатомические срезы корня *P. recta*, полученные в начале фазы цветения растений (вторая декада июня), показали, что корень покрыт многослойной перидермой с вытянутыми в тангентальном направлении клетками (рис. 10).



Рис. 10. Анатомическое строение корня *Potentilla recta* L. в начале цветения (июнь): 1 – перидерма; 2 – вторичная флоэма; 3 – камбий; 4 – первичная ксилема; 5 – вторичная ксилема.

В середине цветения (третья декада июля) в корне перидерма незначительно утолщается. В корне под покровной тканью располагается вторичная флоэма, наружные слои которой в виде 4–5 слоев представлены остатками первичной коры (рис. 10). Во флоэме слабо развита механическая ткань (рис. 11 Б).

Затем следует камбий, за которым располагается вторичная ксилема, которая представлена трахеями. Просвет трахей увеличивается ближе к центру, в ксилеме хорошо развиты волокна либриформа. В центре корня *P. recta* располагается триархный осевой цилиндр корня, представленный тремя тяжами первичной ксилемы (рис. 11 А, Г).

Анатомическое строение стебля. Снаружи стебель покрыт эпидермой с хорошо развитой кутикулой, образующей редкие единичные трихомы. Наружные и внутренние тангентальные стенки клеток эпидермы значительно утолщены (рис. 12). За эпидермой следует первичная кора, два-три слоя клеток которой образуют пластинчатую колленхиму и она заканчивается плотно прилегающими друг другу, крупными, четко выраженными, клетками крахмалоносного влагилица (эндодермы) (рис. 12, А, Б). Пучки – открытые коллатеральные (рис. 12, А, В). Затем следует слой вторичной флоэмы, имеющей типичное строение (рис. 12, А), далее – слой камбия и вторичной ксилемы. Ближе к сердцевине располагается перимедуллярная зона (рис. 12, В), клетки которой содержат запасные питательные

вещества. Затем следуют тонкостенные, крупные, рыхло расположенные и имеющие округлую форму паренхимные клетки, заполняющие сердцевину стебля *P. recta*. В фазе массового плодоношения (третья декада июля) план анатомического строения стебля *P. recta* принципиальных отличий не имел.

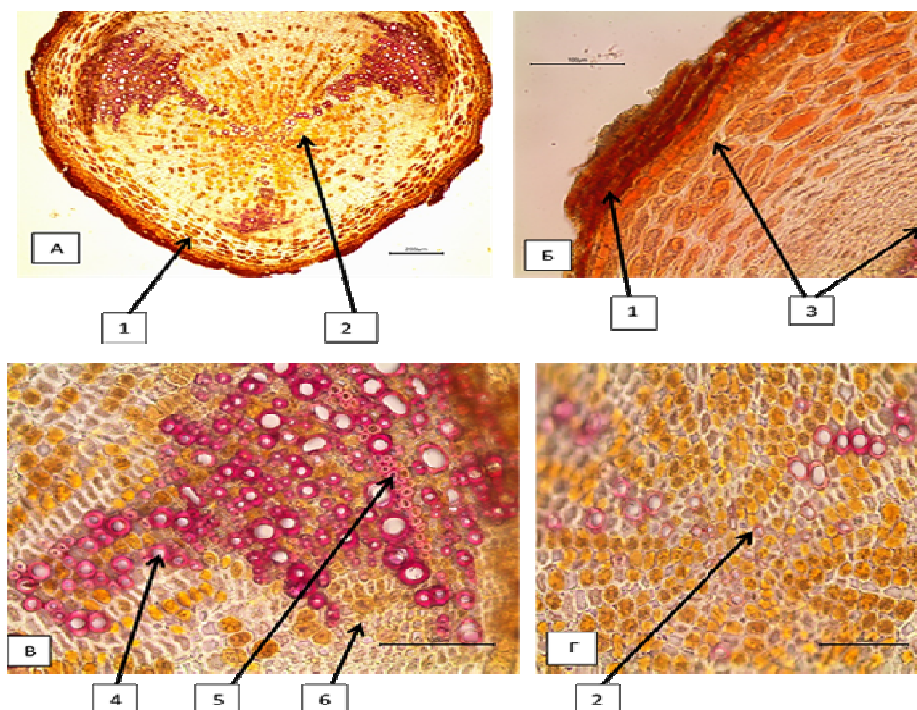


Рис. 11. Анатомическое строение корня *Potentilla recta* L.: 1– перидерма; 2 – триархная первичная система корня; 3 – вторичная флоэма, наружные слои которой представлены остатками первичной коры; 4 – первичная ксилема; 5 – волокна либриформа; 6 – сердцевинные лучи.

Анализ анатомического строения стебля *P. recta*, проведенный нами в фазу конца бутонизации – начала цветения (вторая декада июня) не выявил признаков диффузного поражения корня и стебля ржавчинным грибом *Phr. potentillae*; в этот период вегетационного сезона поражение растений было еще единичным и не носило массового характера.

В период же массового плодоношения (третья декада июля) анатомическое исследование показало наличие поражения стебля ржавчинным грибом *Phr. potentillae* в виде многочисленных пустул. У пораженных растений созревшие эции и урединии ржавчинного гриба *Phr. potentillae* в стебле, вызывая разрыв эпидермы, заполняли собой первичную кору почти до центрального цилиндра, при этом субэпидермальный слой клеток растений в зоне пораженных участков был более четко выражен по сравнению с контрольным вариантом (здоровым растением) *P. recta* (рис. 13).

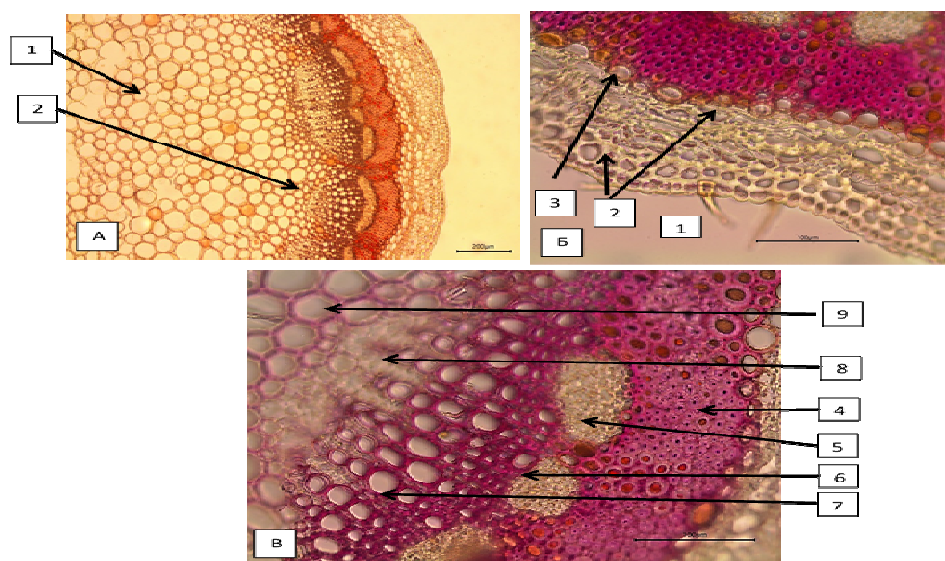


Рис. 12. Анатомическое строение стебля здорового растения *Potentilla recta* L.: 1 – эпидерма с трихомами; 2 – первичная кора с колленхимой; 3 – эндодерма; 4 – склеренхима; 5 – флоэма; 6 – камбий; 7 – вторичная ксилема; 8 – перимедуллярная зона; 9 – сердцевина.

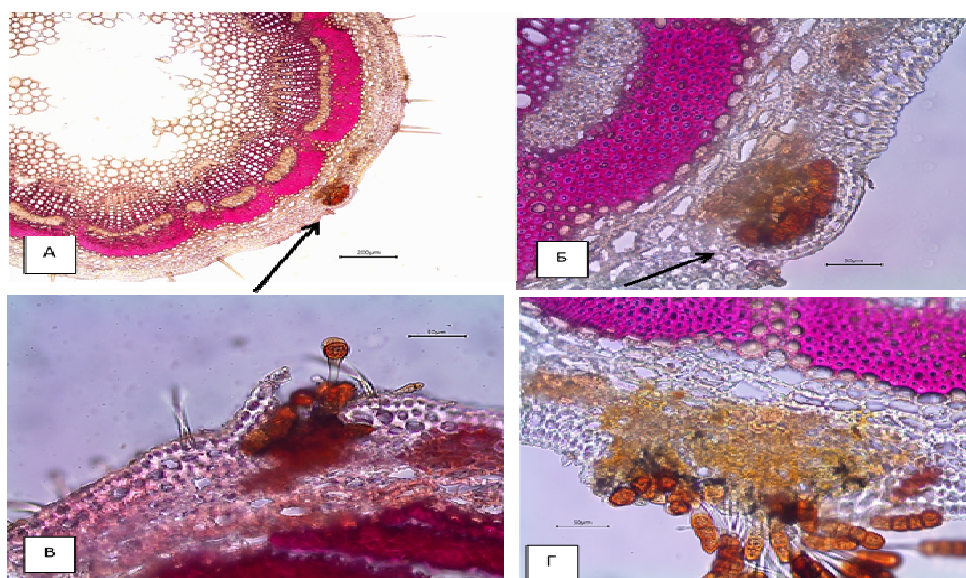


Рис. 13. Поперечный срез стебля *P. recta*, пораженного ржавчинным грибом *Phr. potentillae*: А, Б – незрелый урединий при разном увеличении; В – вскрывшийся урединий с урединиоспорами; Г – телий с телиоспорами.

В период же массового плодоношения (третья декада июля) анатомическое исследование показало наличие поражения стебля ржавчинным грибом *Phr. potentillae* в виде многочисленных пустул. У пораженных растений созревшие эции и урединии ржавчинного гриба *Phr. potentillae* в стебле, вызывая разрыв эпидермы, заполняли собой первичную кору почти до центрального цилиндра, при этом субэпидермальный слой клеток растений в зоне пораженных участков был более четко выражен по сравнению с контрольным вариантом (здоровым растением *P. recta*) (рис. 13). На основании полученных данных можно сделать вывод, что локализация ржавчинного гриба *Phr. potentillae* в тканях *P. recta* является местной. Гриб-паразит не вызывает гипертрофию пораженных клеток *P. recta*.

Анатомическое строение черешка. Черешок листа *P. recta* визуальное в большей степени опушен простыми трихомами, чем стебель. Строение эпидермы здесь то же, что и в стебле. Перициклическое кольцо склеренхимы слабо лигнифицировано и тоньше, чем в стебле. Количество проводящих пучков в черешке – три (один центральный, крупный и два боковых) (рис. 14).

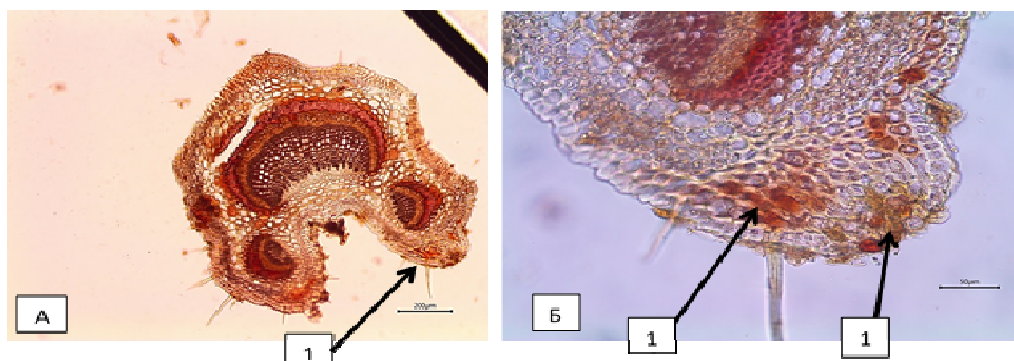


Рис. 14. Анатомическое строение черешка *P. recta*, зараженного ржавчинным грибом *Phr. potentillae* при разном увеличении микроскопа (А, Б): 1 – локализация эндофитного мицелия гриба в клетках коры.

На рисунке 14 представлена локализация мицелия ржавчинного гриба *Phr. potentillae* в черешке листа; заражение носит местный характер и далее первичной коры мицелий ржавчинного гриба вглубь не продвигается.

Анатомическое строение листа. С адаксиальной и абаксиальной сторон лист *P. recta* имеет опушение в виде значительного количества крупных кроющих трихом, между которыми могут встречаться железистые трихомы (рис. 15). Клетки эпидермы листа крупноклетные, с адаксиальной стороны имеют утолщенные наружные стенки с хорошо развитой кутикулой. Мезофилл листа диффузного типа, представлен однородной палисадной тканью, состоящей из нескольких рядов сильно вытянутых в длину, содержащих крупные хлоропласты клеток, длинная ось которых перпендикулярна поверхности листа. Между клетками палисады нет межклетников.

В листе имеется главная жилка и ряд мелких боковых жилок. Центральная жилка представлена крупным закрытым коллатеральным проводящим пучком и

двумя боковыми. В анатомическом отношении такой вид строения листа соответствует изолатеральному типу (рис. 15).

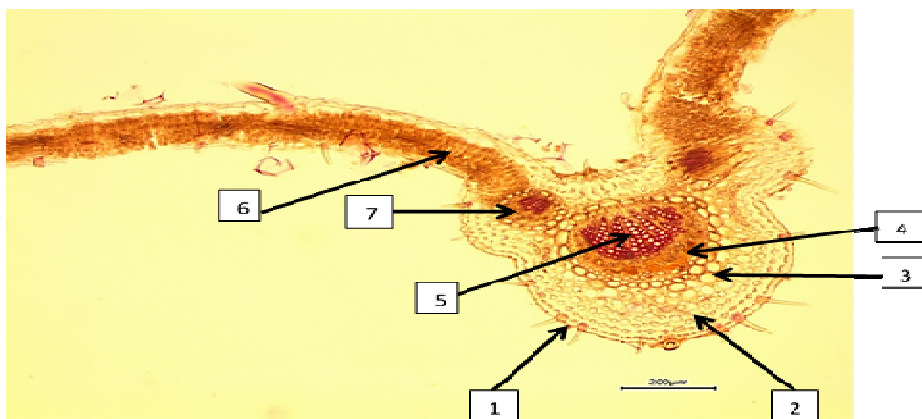


Рис. 15. Здоровый лист *P. recta*: 1 – эпидерма с трихомами; 2 – колленхима; 3 – паренхимная обкладка проводящего пучка; 4 – флоэма; 5 – ксилема; 6 – столбчатый мезофилл; 7 – боковой проводящий пучок.

Внутри мезофилла листа *P. recta* выделяются крупные водозапасающие клетки паренхимной обкладки проводящего пучка. Таким образом, анализируя анатомические признаки листа, можно сделать вывод, что лист *P. recta* имеет признаки ксероморфной структуры.

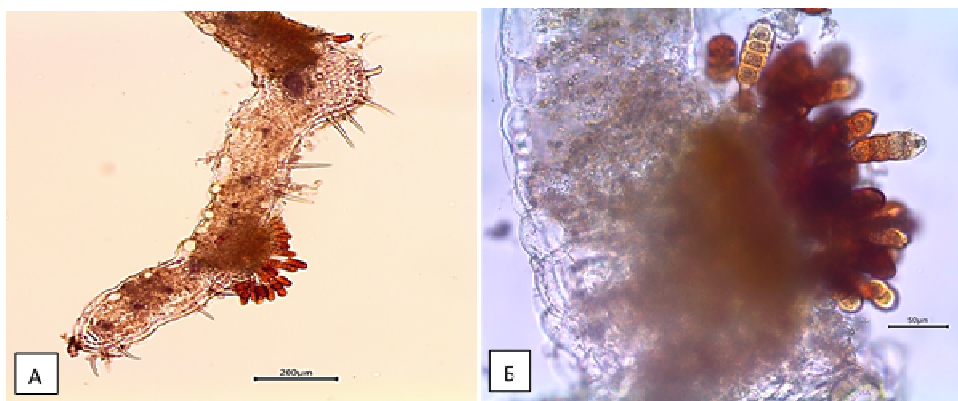


Рис. 16. Лист *P. recta*, зараженный ржавчинным грибом *Phr. potentillae*: А, Б – телий с телиоспорами.

В период конца фазы бутонизации – начала цветения, на листьях *P. recta* наблюдается массовое развитие урединиев, а затем и телиев (рис. 16), причем закладываться они могут как только с одной из сторон листовой пластинки, так и с двух, что приводит к истощению и преждевременному усыханию листьев пораженных растений по сравнению со здоровыми. В месте внедрения паразита в

лист отмечается некроз эпидермы, мезофилла, вплоть до полного выпадения некротизированной ткани из листа.

Анатомическое строение чашечки цветка. Анатомическое строение чашелистика *P. recta* принципиально не отличается от строения листа (рис. 17). Поражение чашелистиков ржавчинным грибом *Phr. potentillae* также отличается развитием эндофитного мицелия и местным характером поражения с двух сторон чашелистика (рис. 18), как и поражение стебля, черешка и листа.

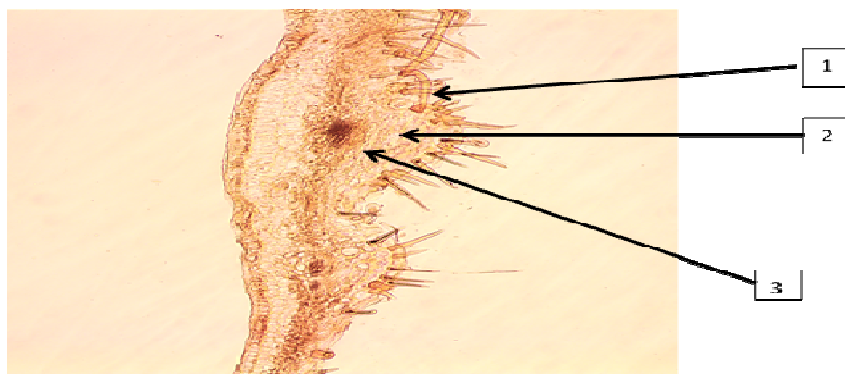


Рис. 17. Анатомическое строение здорового чашелистика цветка *P. recta*: 1 – эпидерма с трихомами; 2 – мезофилл; 3 – проводящий пучок.

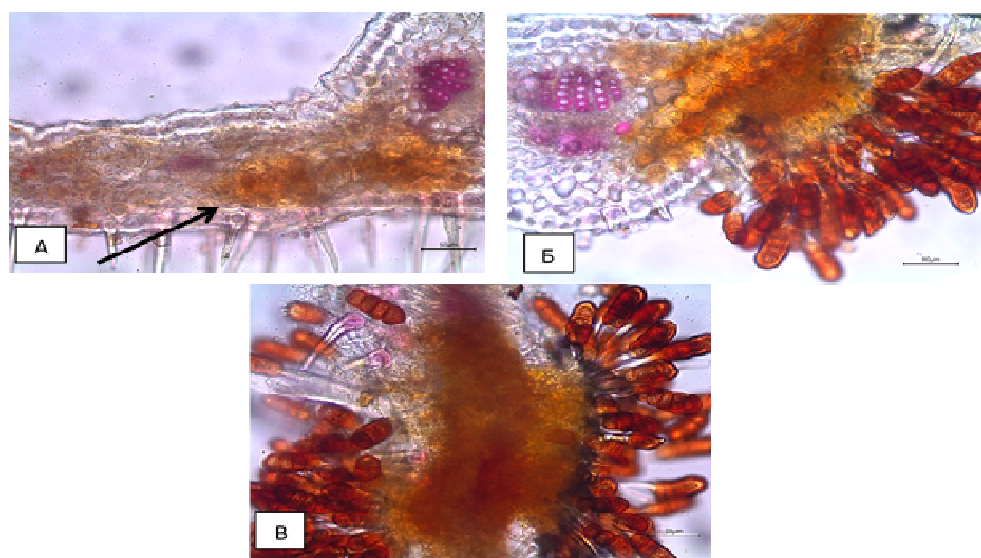


Рис. 18. Анатомическое строение чашелистика *P. recta*, пораженного ржавчинным грибом *Phr. potentillae*: А – эндофитный мицелий; Б – телий с телиоспорами; В – телии с телиоспорами, развивающиеся с адаксиальной и абаксиальной сторон чашечки.

Анатомическое строение чашелистика *P. recta* принципиально не отличается от строения листа. Поражение чашелистиков ржавчинным грибом *Phr. potentillae* также отмечается локальным характером (рис. 18), как и поражение других вегетативных органов *P. recta*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сопоставление фенологического спектра *P. recta* с фазами спороношений гриба *Phr. potentillae*, выявило, что закладка пикниев и пикноспор гриба происходит в фазу вегетации питающего растения, эциоспоры в эциях ржавчинного гриба появляются к концу фазы вегетации – начале бутонизации *P. recta*; закладка урединий с урединиоспорами приходится на фазу бутонизации и на первую половину фазы цветения. В период массового плодоношения (вторая-третья декада июля) ржавчинный гриб формирует телии с телиоспорами. Впервые обнаружен факт ранней закладки телиев и телиоспор *Phr. potentillae* на листьях *P. recta* в период массового цветения (третья декада июня).
2. Анатомическое исследование вегетативных органов *P. recta*, проведенное дважды с интервалом в месяц в двух фенофазах: бутонизации и массового цветения, показало, что корень покрыт многослойной перидермой с вытянутыми в тангентальном направлении клетками, присутствует камбий и вторичные элементы проводящих тканей; в центральной части корня располагается триархный осевой цилиндр, представленный тремя тяжами первичной ксилемы.
3. Выявлено, что анатомическое строение стебля *P. recta* имеет типичный для многолетних двудольных травянистых растений пучковый тип строения. При переходе от фазы бутонизации к фазе массового цветения и плодоношения план анатомического строения стебля *P. recta* принципиально не меняется.
4. Лист *P. recta* при нехватке влаги способен складываться и в анатомическом отношении его строение соответствует изолатеральному типу.
5. Локализация гриба *Phr. potentillae* в питающем растении носит местный характер; установлена органотропная специализация гриба: мицелий и спороношение гриба *Phr. potentillae* в корнях отсутствует, заражению у *P. recta* подвергались преимущественно листья, черешки, стебель, реже – чашелистики. Установлено, что созревшие эции, урединии и телии на стебле, вызывая разрыв эпидермы стебля и черешка, заполняют собой первичную кору вплоть до центрального цилиндра.
6. Массовое формирование на листьях *P. recta* урединиев и телиев *Phr. potentillae* приводит к их истощению и преждевременному усыханию. В месте внедрения паразита в лист отмечается некроз эпидермы, мезофилла, вплоть до полного выпадения некротизированной ткани из листа.

Список литературы

1. Дьяков, Ю. Т. Эволюция паразитизма у грибов. Теоретические и прикладные аспекты : сборник научных трудов / Ю. Т. Дьяков. – Л. : Наука, 1984. – С. 37–46.

2. Гуцевич С. А. Список растений Крыма, поражаемых ржавчинными грибами, с указанием вида гриба и стадий его, которые встречаются на данном виде растения / С. А. Гуцевич. – Труды НБС. – 1949. – Т. 24, № 4 – С. 89–110.
3. Дудка И. О. Грибы природных зон Криму / И. О. Дудка, В. П. Гелюта, Ю. Я. Тихоненко [и др.]. – К. : Фітосоціоцентр, 2004. – 452 с.
4. Благовещенская Е. Ю. Фитопатогенные микромицеты: Учебный определитель / Е. Ю. Благовещенская. – М. : ЛЕНАНД, 2015. – 240 с.
5. Азбукина З. М. Порядок Ржавчинные. 1. Семейства Пукциниастровые, Кронарциевые, Мелампсоровые, Факоспоровые, Чакониевые, Микронегериевые / З. М. Азбукина. (Определитель грибов России). – Владивосток : Дальнаука, 2015. – 281 с.
6. Купревич В. Ф. Определитель ржавчинных грибов СССР. / В. Ф. Купревич, В. И. Ульянищев. – Минск : Наука и техника, 1975. – Ч. 1. – 485 с.
7. The Plant list [электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: <http://www.theplantlist.org> / (дата обращения: 20.12.2020).
8. Fungal Databases. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> (дата обращения: 20.12.2020).
9. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск : Наука, 1974. – 155 с.
10. Барыкина Р. П., Справочник по ботанической микротехнике. / Р. П. Барыкина, Т. Д. Веселова, А. Г. Девятков и др. [и др.] Основы и методы. – М. : изд-во МГУ, 2004. – 312 с.
11. Губанов И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2. Покрывосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И. А. Губанов. – М. : Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2003. – С. 389.

**PHENOLOGICAL PARAMETERS AND ANATOMICAL FEATURES OF
POTENTILLA RECTA L. UNDER THE INFLUENCE OF THE RUST FUNGUS
PHRAGMIDIUM POTENTILLAE (PERS. : PERS.) P. KARST. IN THE
MOUNTAINOUS CRIMEA**

Prosiannikova I. B., Romanova D. A.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: aphanisomenon@mail.ru*

As a result of studies conducted during the growing season in 2020 in the vicinity of the village. In the Bakhchisarai district of the Republic of Crimea, on one of the spurs of the Sel-Bukhra mountain (658.2 m. above sea level), new data on the phenospectra of the plant *Potentilla recta* L. (Rosaceae) and the rust fungus *Phragmidium potentillae* (Pers. : Pers.) P. Karst.), as well as the anatomical structure of healthy and rust-affected plants *P. recta*. The collected herbarium was processed according to the standard methods [4–6]. The nomenclature of micromycetes corresponds to the international database, such as: «Fungal Databases» [8] and the name of the host plant is represented by the source [7]. Comparison of the phenological spectrum of the coenopopulation of *P. recta* with the sporulation phases of *Phr. potentillae*, showed that the laying of the phytopathogen pycnium occurs in the vegetation phase, i.e. in the phase of intensive formation and accumulation of vegetative mass (leaf formation, the beginning of the laying of generative

organs). In ecios the eciospores infect the rust fungus appear at the end of vegetation phase the beginning phase of budding *P. recta*; foundation and development uredinia with urediniospores falls on the phase of budding and early flowering phase. During the period of mass fruiting of the feeding plant (the second-third decade of July), the rust fungus *Phr. potentillae* formed numerous telia with teliospores. For the first time in the period of mass flowering of *P. recta*, the fact of early (third decade of June) laying of telios and teliospores (wintering stage) of *Phr. potentillae* was found on the leaves.

Anatomical study of the vegetative organs of *P. recta*, conducted twice at intervals of a month during two phenophases: budding and mass flowering, showed that the root is covered with a multilayer periderm with cells elongated in the tangent direction, there is a cambium and secondary elements of conducting tissues, in the central part of the root there is a triarchic axial cylinder represented by three strands of primary xylem. It was revealed that the anatomical structure of the stem has a typical for perennial dicotyledonous herbaceous plants bundle type of structure with developed signs of xeromorphy. Outside, the stem is covered with an epidermis with a cuticle forming single trichomes, the tangent walls of the epidermis cells are significantly thickened. It should be noted that the parenchyma of the primary bark of the stem of *P. recta* has a well-defined layer of the starch-bearing vagina (endoderm) and the deposition of spare nutrients in it. During the transition from the budding phase to the phase of mass flowering and fruiting, the plan of the anatomical structure of the stem of *P. recta* does not fundamentally change. The cells of the leaf epidermis have thickened outer walls with a well-developed cuticle and the outside of the leaf is covered with simple trichomes. Above the central vein, represented by a closed collateral conducting bundle, is the collenchyma, which allows the leaf to fold and thus save moisture in the dry period. The mesophyll of the *P. recta* leaf is of the isolateral type, has a uniform structure, and the mesophyll cells are abundantly filled with elongated chloroplasts. Based on the anatomical structure of the vegetative organs, *P. recta* can be attributed to the ecological group mesoxerophytes. It was found that mature eciospores, uredinia and telia on the stem, causing a rupture of the epidermis, fill the primary cortex up to the central cylinder. During the late phase of budding – beginning of flowering, the leaves of *P. recta* there is a massive development uredinial and telias, and they can be laid as one of the sides of the lamina, and the two that leads to exhaustion and premature drying of leaves of infected plants compared to healthy. At the site of introduction of the parasite into the leaf, necrosis of the epidermis, mesophyll, is noted, up to the complete loss of necrotic tissue from the leaf.

Keywords: phenological spectrum, anatomical structure, rust fungus *Phragmidium potentillae*, feeding plant *Potentilla recta*, coenopopulation.

References

1. Dyakov Yu. T. *Evolution of parasitism in fungi. Theoretical and applied aspects: collection of scientific works* (Nauka Publ., Leningrad, 1984).
2. Gutsevich S. A. List of plants of the Crimea, smitten rust fungi, indicating the type of mushroom and its stages, which occur on plant, *Proceedings of the NBS*, **24**, 4 (1949).
3. Dudka I. O., Geluta V. P., Tichonenko Y. A. et al., *Fungi natural areas Crimea* (Institute of botany named after M.G. Cholododny), (Phytosotsiotsentr, Kiev, 2004).

4. Blagoveshchenskaya E. Y. *Phytopathogenic micromycetes: educational guide* (Publishing house Lenand, Moskow, 2015).
5. Azbukina Z. M., *Order of Uredinales. 1. Order Pucciniales. 1. Familia Pucciniastraceae, Cronartiaceae, Coleosporiaceae, Melampsoraceae, Phakopsoraceae, Chaconiaceae, Mikronegeriaceae of family. Identification book for fungi of Russia* (Dal'nauka, Vladivostok, 2015).
6. Kuprevich V. F., Ulyanischev V. I. *Determinant of rust fungi of the USSR* (Science and Technology, Minsk, 1975).
7. The Plant list [electronic resource]. 2013. Access mode: <http://www.theplantlist.org/> / (reference date: 20.12.2020).
8. Fungal Databases. [electronic resource]. Access mode: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> (reference date: 20.12.2020).
9. Beideman I. N. *Methodology for studying the phenology of plants and plant communities* (Nauka Novosibirsk, 1974).
10. Barykina R. P., Veselova T. D., Devyatov A. G., etc. *Handbook of Botanical microtechnics. Fundamentals and methods* (MSU publishing house, Moscow, 2004.).
11. Gubanov I. A. *Illustrated determinant of plants of Central Russia. Angiosperms (dicotyledons: razdelnolepestnye)* (Moscow Publ., Creativity of scientific publications KMC, Institute of technological research), 2 (2003).