



УДК 582.28 (477.75): 633.81 + 633.88

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ ГРИБОВ ОТДЕЛА BASIDIOMYCETES НА АРОМАТИЧЕСКИХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Н.С. Овчаренко

*Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр.
Отдел новых ароматических
и лекарственных культур,
пгт. Никита, г. Ялта, 98648, АР Крым,
Украина
E-mail: Nadezhda_Ovcharenko@mail.ru*

В статье приведены результаты исследований влияния климатических факторов на развитие грибов отдела Basidiomycetes, обнаруженных на ароматических и лекарственных растениях коллекции Никитского ботанического сада (Южный берег Крыма). Проведен анализ корреляционных связей между температурой воздуха, его влажностью, количеством осадков и интенсивностью развития ржавчинных грибов.

Ключевые слова: ароматические и лекарственные растения, ржавчинные грибы, температура воздуха, влажность воздуха, количество осадков, интенсивность развития гриба.

Введение

Эфиромасличные и лекарственные растения всегда являлись важным природным ресурсом, необходимым человеку. В связи с возрастанием потребностей в эфирном масле и качественном лекарственном сырье необходимо промышленное выращивание эфиромасличных и лекарственных растений. Природные условия Крыма позволяют успешно выращивать и интродуцировать многие виды ценных эфиромасличных и лекарственных растений. Наиболее крупным научным центром является Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, обладающий многочисленной коллекцией видов и сортов эфиромасличных и лекарственных растений. Одной из основных проблем при промышленном выращивании растений являются болезни растений, вызванные патогенными грибами. Современная наука доказала, что растения и грибы представляют собой эволюционно сложившуюся структурно-функциональную часть консорции, основанную на консортивных связях. Изменения в этой структуре зависят от влияния внешних факторов. Следовательно, те признаки нарушения функционального единства и гармонии этой системы, которые мы называем болезнью, являются результатом негативного влияния на эту систему факторов окружающей среды. Ни один фактор не действует сам по себе, но всегда в комплексе с другими факторами [1–3]. Растения и консортивно связанные с ними грибы являются только небольшой частью консорции, испытывающие воздействие других членов консорции, на которых также действуют факторы внешней среды. Все это усложняет точное определение воздействия какого-либо одного фактора. Подобное влияние легче всего определить на примере таких факторов, как температура, влажность воздуха и количество осадков. Влияние погодных условий на развитие грибов на растениях давно привлекало внимание ученых [4–8]. Несмотря на это, вопрос о влиянии метеорологических факторов на развитие того или иного гриба-консорта остается открытым почти для всех видов эфиромасличных и лекарственных растений Крыма. В связи с этим было проведено исследование сезонного развития и влияния климатических условий на развитие грибов-консортов из отдела Basidiomycetes.

Материалы и методы

Цель исследования – установить корреляционные связи между развитием ржавчинных грибов и метеорологическими факторами (температурой и влажностью воздуха, количеством осадков)

Объектом исследования являлись ржавчинные грибы-консорты эфиромасличных и лекарственных растений.

Исследования проводились в течение 2008–2011 гг. в Никитском ботаническом саду. Мониторинг растений осуществлялся весь вегетационный период растений.

Основные критерии, по которым производилась оценка развития гриба, это интенсивность развития и распространенность, рассчитанные по общепринятым стандартным методикам [9–11].

Обследование растений проводилось с отбором микологических образцов, определением распространенности гриба и установлением интенсивности его развития на растении. Для определения вида гриба применялась методика приготовления временных препаратов. При



определении вида гриба и стадии его развития использовались справочные пособия [12]. Видовые названия грибов приведены в соответствии с международной сводкой Index fungorum [13].

Для установления влияния климатических факторов на развитие грибов-консортов проводились наблюдения за сезонным развитием растений и грибов. Изучалось влияние на развитие грибов трех метеофакторов: температуры, влажности воздуха и осадков. Данные были предоставлены метеостанцией Никитского ботанического сада.

Для исследования использовались показатели среднемесячной температуры (T_{cp}), среднемесячного количества осадков (O_{cp}), и влажности воздуха (V_{cp}), а также распространенность гриба на растении (P). Данные обрабатывались с помощью программы Statistica 8. Для установления зависимости между метеоданными и развитием грибов использовался непараметрический критерий Спирмена [14–15]. В течение 2008–2011 гг. наблюдалось изменение среднегодовых температурных показателей, влажности воздуха, но особенно сильные изменения были зафиксированы для количества осадков (табл.).

Таблица

Среднегодовые климатические показатели 2008–2011 гг. по данным метеостанции Никитского ботанического сада (Южный берег Крыма)

Годы	Температура, С°	Влажность, %	Осадки, мм	
			Среднегодовой показатель	Сумма за год
2008	13.2±0.66	68.1±2.52	34.5±7.02	414.3
2009	13.7±0.61	68.3±2.31	62.8±3.12	753.5
2010	14.5±0.72	68.7±2.82	69.35±3.74	832.2
2011	12.5±0.56	68.6±2.46	37.4±1.87	449.1

Результаты и обсуждение

В ходе работы были выявлены виды растений, наиболее подверженных развитию ржавчинных грибов. Это виды: семейство Asteraceae: *Artemisia balchanorum* Krasch. (*Puccinia chrysanthemi* Rose.), *Tanacetum vulgare* (*Puccinia tanacetii* DC.); семейство Rosaceae: *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. (*Phragmidium fragariae* G. Winter.), *Sanguisorba officinalis* L. (*Phragmidium sanguisorbae* (DC.) J. Schrot.).

Установлено наличие корреляционных связей между климатическими факторами и развитием грибов. В течение 2008–2011 гг. наблюдалось не только изменение климатических показателей, но и изменение корреляционной зависимости между данными.

Развитие *Puccinia chrysanthemi* на *Artemisia balchanorum*.

Первые признаки развития гриба фиксируются в мае–июне, когда растение образует достаточную вегетативную массу. В июне встречаются единичные эцидиоспорангии, которые быстро сменяются уредоспорангиями. В течение месяца происходит дальнейшее отрастание побегов растения, образование новых листьев и интенсивное развитие *P. chrysanthemi*. К июлю распространенность достигает 30–50%. В августе, когда растения переходят в фазу «бутонизация», интенсивность развития *P. chrysanthemi* достигает 4 баллов при распространенности заболевания 50–70%. Пустулы гриба занимают почти все листья и побеги *A. balchanorum*. В конце августа – сентябре в фазе «цветение» на растении образуются телейтопустулы, распространенность гриба достигает 100%, гриб распространяется на листья, побеги, соцветия. В период плодоношения *A. balchanorum* развитие гриба достигает максимальных значений. После окончания вегетации и отмирания побегов, на сухих ветках сохраняется большое количество телейтопустул, которые остаются на растении в течение зимы. На следующий год цикл развития повторяется [11].

Влияние температуры на развитие *Puccinia chrysanthemi*.

Развитие *P. chrysanthemi* за период наблюдений 2010 и 2011 гг. практически одинаково. В 2009 г. развитие гриба было более плавным, чем в остальные годы. В 2008 г. первые признаки *P. chrysanthemi* появились так же поздно, как и в 2009 г., что может быть связано с физиологическими особенностями самого растения. За исследуемый период была установлена увеличивающаяся положительная корреляционная зависимость между температурой и развитием *P. chrysanthemi*, что согласуется с повышением температуры за период 2008–2010 гг. ($r=0.3-0.58$; $p \leq 0.05$). В 2011 г. наблюдалось снижение температуры, также происходило и снижение корреляционной зависимости между температурой и развитием гриба ($r=0.54$; $p \leq 0.01$).

Влияние влажности воздуха на развитие *Puccinia chrysanthemi*.

За период 2008–2011 гг. наблюдалась обратная корреляционная зависимость между развитием гриба и влажностью воздуха. Ее значения за этот период возросли в 1–7 раза (2008 г.: $r=-0.33$; $p \geq 0.05$, 2009 г.: $r=-0.24$; $p \leq 0.05$; 2010 г.: $r=-0.38$; $p \geq 0.05$; 2011 г.: $r=-0.57$; $p \geq 0.05$). То есть, чем больше влажность, тем ниже интенсивность развития гриба-консорта.



Влияние осадков на развитие *Puccinia chrysanthemi*.

Для растения *Artemisia balchanorum* в 2008–2010 гг. установлена небольшая недостоверная корреляция между количеством осадков и развитием гриба-консорта ($r=0.07-0.12$, $p \geq 0.05$). В 2011 г. произошло изменение знака зависимости с «+» на «-» ($r=-0.47$).

Полученные результаты свидетельствуют о хорошем приспособлении растения к засушливым условиям местообитания, что согласуется с литературными данными [16].

Развитие *Puccinia tanacetii* на растении *Tanacetum vulgare*.

Исследование *P. tanacetii* проводилось только в 2008–2010 гг., в 2011 г. признаки проявления гриба не зафиксированы. Начальные стадии развития *P. tanacetii* появляются весной, когда растение начинает интенсивный рост. На листьях с нижней стороны появляются единичные мелкие эцидиопустулы гриба. Со временем они разрастаются, занимая всю большую площадь листовой пластинки, переходят на черешок и стебель. Летом эцидиостадия заменяется уредо-, а в августе – телейтостадией [11].

В июле, когда растение цветет и плодоносит, развитие гриба достигает максимальных значений. По окончании вегетации растения телейтопустулы гриба остаются на сухих побегах и стеблях.

Влияние температуры на развитие *Puccinia tanacetii*.

За период 2008–2011 гг. развитие *P. tanacetii* было отмечено только в течение первых 3-х лет. В 2008 г. было зафиксировано раннее проявление первых признаков гриба. Интенсивность развития гриба в начале вегетации была минимальной, но уже к июлю интенсивность достигает 4-х баллов. Такая же картина развития наблюдалась и в 2010 г., но темп его распространения был более резкий по сравнению с 2008 г. В 2008 и в 2010 г. была отмечена высокая положительная корреляционная зависимость между развитием *P. tanacetii* и температурой ($r=0.46-0.66$; $p \leq 0.05$). Если сравнивать корреляционные значения этих лет, то наибольшая корреляционная зависимость была зафиксирована в 2010 г., когда наблюдалось увеличение температуры. В 2009 г. развитие *P. tanacetii* началось позже и характеризовалось относительно медленным темпом; корреляция между развитием гриба и температурными показателями здесь была невысока ($r=0.14$; $p \geq 0.05$). Максимальное развитие *P. tanacetii* в этот год было невысоким и не превышало 50%.

Влияние влажности воздуха на развитие *Puccinia tanacetii*.

При исследовании влияния влажности на развитие гриба была установлена положительная корреляционная связь между влажностью и развитием *P. tanacetii* (2008 г.: $r=-0.49$; 2009 г.: $r=0.12$; 2010 г.: $r=-0.4$; $p \geq 0.05$). Самая высокая и достоверная зависимость ($r=0.66$; $p \leq 0.05$) наблюдалась в 2011 г., когда было зафиксировано увеличение влажности воздуха. То есть, чем выше влажность воздуха, тем сильнее происходит развитие гриба, низкие показатели влажности не оказывают существенного влияния на его развитие.

Влияние осадков на развитие *Puccinia tanacetii* на *Tanacetum vulgare*.

Для *T. vulgare* корреляция между развитием гриба и количеством осадков практически отсутствовала ($r=-0.04-0.05$, $p \geq 0.05$).

Развитие *Phragmidium fragariae* на *Potentilla erecta*.

Развитие гриба начинается обычно в июне, с появлением нескольких малозаметных эцидио- и уредопустул, когда растение начинает цвести и плодоносить. Через месяц интенсивность развития гриба достигает 4 баллов, при этом почти вся нижняя часть листовой пластинки покрывается уредопустулами, которые переходят на стебли. В августе-сентябре происходит образование телейтопустул. Пораженные листья скручиваются, а затем увядают. При сильном распространении гриба растение теряет часть листьев и побегов, но на цветении и плодоношении растения это не отражается.

Влияние температуры на развитие *Phragmidium fragariae*.

Развитие гриба каждый год проходило практически одинаково: в апреле–мае появлялись первые признаки, а к июлю распространенность *Ph. fragariae* достигала 100%. Во все годы наблюдалась положительная недостоверная корреляционная связь между развитием *Ph. fragariae* и температурой, которая в 2008, 2010 и 2011 гг. была практически одинакова ($r=0.5$; $p \leq 0.05$), а в 2009 г. снизилась до $r=0.18$; $p \leq 0.05$. Отсутствие достоверных корреляционных связей при существенном изменении температуры за этот период может свидетельствовать о том, что температура не является ведущим фактором, стимулирующим развитие гриба.

Влияние влажности воздуха на развитие *Phragmidium fragariae*.

У *Potentilla erecta* наблюдается постоянная положительная недостоверная корреляционная связь между развитием гриба и влажностью воздуха. На развитие гриба влажность может оказывать влияние, которое выражается в прямой зависимости между развитием гриба *Ph. fragariae* и влажностью воздуха (2008 г.: $r=-0.5$; 2009 г.: $r=-0.06$; 2010 г.: $r=-0.35$; 2011 г.: $r=-0.5$; $p \geq 0.05$).



Влияние осадков на развитие *Phragmidium fragariae*.

Для *P. erecta* наблюдается незначительная положительная корреляционная зависимость между развитием *Ph. fragariae* и количеством осадков в 2009 и 2010 гг. ($r=0.12-0.17$; $p \geq 0.05$). В 2008 и 2011 гг. происходит изменение направленности корреляции, а также ее повышение.

Развитие *Phragmidium sanguisorbae* на *Sanguisorba officinalis*.

Первые признаки развития эцидио- и уредопустул гриба фиксируются уже в феврале, на молодых отрастающих листьях. Эти две стадии можно обнаружить на одном побеге, но на разновозрастных листьях, на нижней их стороне. Распространенность гриба в феврале-марте достигает уже 100%; на новых листьях и побегах сразу же образуются эцидио- и уредопустулы *Ph. sanguisorbae*. В мае растение начинает цвести, а к июню – плодоносить, в это время развитие гриба-консорта достигает максимальных значений. Интенсивность развития гриба в течение лета остается постоянной, и снижается только при образовании новых листьев и побегов. В течение вегетационного периода растение несколько раз цветет и плодоносит. В конце августа на побегах и листьях формируется телейтоstadия, которая остается в течение зимы. На следующий год цикл развития повторяется [11].

Влияние температуры на развитие *Phragmidium sanguisorbae*.

Развитие гриба на *Sanguisorba officinalis* начинается очень рано, что связано с большим количеством телейтоустул, сохранившихся на неотмерших побегах. Весной, когда растение начинает активно вегетировать, интенсивность развития *Ph. sanguisorbae* снижается, но при этом повышается распространенность по растению. Снижение и повышение интенсивности развития *Ph. sanguisorbae* объясняется тем, что у растения в течение лета проводится несколько обрезок, и в это время происходит активное образование новых незараженных побегов. У *S. officinalis* наблюдается устойчивая корреляционная связь между температурой и развитием *Ph. sanguisorbae* которая меняется с отрицательной на положительную, по мере возрастания температуры (2008 г.: $r=-0.7$; $p \leq 0.05$; 2009 г.: $r=-0.86$; $p \leq 0.01$; 2010 г.: $r=0.76$; $p \leq 0.01$). В 2011 г. не наблюдалось изменения корреляционной зависимости при снижении температуры ($r=0.75$; $p \geq 0.05$), что может быть связано с более поздним развитием гриба, происшедшим при высоких летних температурах.

Влияние влажности на развитие гриба *Phragmidium sanguisorbae*.

Отмечается усиление развития гриба при недостатке влаги (2009 г.: $r=0.61$; $p \leq 0.01$; 2010 г.: $r=-0.65$; $p \leq 0.05$).

Влияние осадков на развитие *Phragmidium sanguisorbae*.

Достоверные корреляционные показатели наблюдались в 2009 г. ($r=0.61$; $p \leq 0.05$). В 2008 и 2010 гг. установлены снижение положительной зависимости ($r=0.53-0.29$, $p \leq 0.05$), а в 2001 г. – изменение ее на отрицательную ($r=-0.33$; $p \leq 0.05$).

Таким образом, с увеличением температуры наблюдалось увеличение корреляционной зависимости между температурой и развитием ржавчинных грибов и изменение ее знака с «-» на «+», то есть повышение температуры стимулирует развитие грибов, а понижение температуры снижает развитие. Наиболее высокая положительная корреляционная зависимость между этими двумя факторами наблюдалась в 2010 г., в году с наивысшими температурными показателями ($14.2 \pm 0.72^\circ\text{C}$). У некоторых растений эти закономерности наблюдались сильнее (*Artemisia balchanorum*, *Tanacetum vulgare*, *Sanguisorba officinalis*), у других практически отсутствовали (*Potentilla erecta*). Тем не менее, для каждого растения существуют свои особенности развития гриба.

Влажность воздуха является одним из наиболее важных факторов, влияющих на развитие грибов отдела Basidiomycetes. В период 2008–2011 годов у всех растений корреляция между развитием грибов и влажностью воздуха возрастала с 2008 до 2011 года, когда происходило незначительное увеличение влажности воздуха. При этом у некоторых видов растений характер связи изменяется с положительной на отрицательную. Самые высокие отрицательные значения были получены в 2010 и 2011 гг., когда была зарегистрирована самая высокая влажность воздуха.

Наибольшей чувствительностью к изменению количества осадков в течение года обладали мезофиты. Так, корреляционная связь с относительно высокой ($r=0.53$; $p \leq 0.05$) в 2008 г. (годовое количество осадков 414.3 мм) снижается до $r=0.29$; $p \leq 0.05$ в 2010 г. (годовое количество осадков 832.2 мм). За это время зависимость снижается почти в 2 раза, тогда как количество осадков увеличивается в 2 раза.

Таким образом, наибольшее влияние на развитие грибов оказывает температура, что особенно четко выражено в группе растений-мезофитов. Влияние влажности воздуха на развитие гриба достоверно наблюдается у *Sanguisorba officinalis*, где эти показатели значительно выше, чем у *Tanacetum vulgare* и *Artemisia balchanorum*.



Влияние количества осадков на развитие грибов четко выражено в группе растений-мезофитов, значительно ниже оно у ксерофитов. Можно предположить, что показатели температуры, влажности, количества осадков при существенных отклонениях в ту или иную сторону значительно повлияют на развитие гриба, так как будут выходить за пределы возможностей физиологической адаптации растений.

Список литературы

1. Горленко М.В. Болезни растений и внешняя среда (очерки экологии и биологии паразитов). – М., 1950. – 120 с.
2. Одум Ю. Основы экологии – М.: Мир, 1975. – 741 с.
3. Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Особи, популяції і сообщества – М.: Мир, 1989. – Т. 1. – 667 с.
4. Минкевич И.И., Захарова Т.И. Влияние факторов погоды на развитие эпифитотий ржавчины // Микология и фитопатология, 1982. – Т. 16; №4. – С. 351–357.
5. Плахова Т.М. Требования возбудителя рамуляриоза кориандра к условиям температуры и влажности воздуха // Актуальные вопросы изучения и использования эфиромасличных растений и эфирных масел. – 1980. – С. 166.
6. Савчук Л.П., Серков Л.Н. Экология развития рамуляриоза // Труды ВНИИЭМК, 1986. – Т. XVII. – С. 146–154.
7. Торбицкий А.И. Перезимовка возбудителей мучнистой росы – *Sphaerotheca pannosa* (Wal.) Leu. var. *rosae* на эфиромасличной розе в Крыму // Труды ВНИИЭМК, 1969. – Т. 3. – С. 120–123.
8. Чернова А. К. Ржавчина роз: Дисс. канд. биол. наук – Симферополь, 1941. – 91 с.
9. Шевченко С.В., Цилюрик А.В. Лесная фитопатология – К.: Вища школа, 1986. – 384 с.
10. Исиков В. П., Работягов В. Д., Хлышенко Л. А., Логвиненко И. Е. Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений. Методологические и методические аспекты – Ялта: НБС, 2009. – 110 с.
11. Визначник грибів України. Базидіоміцети – К.: Наукова думка, 1969. – 292 с.
12. Дементьева М. И. Фитопатология – М.: Агропромиздат, 1985. – 397 с.
13. Международный микологический интернет-ресурс. <http://www.indexfungorum.org> (дата обращения 04.01.2014 г.)
14. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.
15. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXEL – М.: Форум, 2008. – 464 с.
16. Логвиненко И.Е. Биологические особенности и хозяйственно-ценные признаки полыни лимонной в культуре: Дис. ... канд. биол. наук. – Ялта, 1980. – 273 с.

THE INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF FUNGI FROM THE DIVISION OF BASIDIOMYCETES ON MEDICAL AND AROMATIC PLANTS

N.S. Ovcharenko

Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Centre, Laboratory of new essential oil-bearing and medical plants, Nikita, Yalta, Crimea, 98648, Ukraine

E-mail: Nadezhda_Ovcharenko@mail.ru

In this article we give the results of studies of the influence of climatic factors on the development of fungi of the division Basidiomycetes, found on medical and aromatic plants of the collection of Nikitsky Botanical Garden (Southern Coast of Crimea). The analysis of correlations between air temperature, its humidity, rainfall and intensity of rust fungi was carried out.

Key words: aromatic and medical plants, rusts, air temperature, humidity, rainfall, intensity of development of the fungus.