

А. А. БАБАЯН, Г. А. ХАЧАТРЯН

О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОРАСТАНИЕ УРЕДОСПОР СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ

В специальной литературе имеется огромное количество работ, посвященных многим вопросам биологии ржавчинных грибов. Что же касается факторов, влияющих на прорастание уредоспор, в частности стеблевой (*Russinia graminis* f. *tritici*) и листовой (*R. triticipina*) ржавчин, находящиеся в нашем распоряжении литературные сведения не в достаточной мере объясняют затруднения, возникающие при проращивании уредоспор. Перед нами этот вопрос встал при проведении первичного испытания ряда химических соединений и антибиотиков на их фунгицидные свойства в отношении уредоспор ржавчинных грибов пшеницы. В этих опытах в подавляющем большинстве случаев в контрольных вариантах — в каплях чистой воды — уредоспоры не прорастали и таким образом вопрос о первичном выяснении фунгицидного действия отпал. Сейчас, когда проведены многочисленные поиски, эксперименты, сопоставления результатов опытов с условиями среды, а также с литературными сведениями, стали понятны те затруднения, с которыми мы столкнулись в начале исследования.

Обращаясь к литературным данным, необходимо отметить следующее. Наумов [4] отмечает, что уредоспоры многих видов ржавчинных грибов, как *R. triticipina*, «прекрасно прорастают в воде и в 5% крахмальном клейстере». А искусственное повышение всхожести уредоспор может в иных случаях быть достигнуто подсушиванием их.

По Курсанову [3], уредоспоры сохраняют всхожесть в сухом состоянии несколько месяцев. Он ссылается на опыт Эриксона (1894) и указывает, что «временное охлаждение уредоспор до 0° сильно повышало их прорастание». «В природе подобное значение имеет утренняя роса, сопровождаемая обычно значительным понижением температуры («злая роса» народного представления, после которой наблюдается сильное развитие ржавчины на хлебах)».

Талиева и Андреев [7], проводя исследования в Главном ботаническом саду АН СССР в окрестностях г. Москвы, отмечают, что в их опытах уредоспоры желтой ржавчины в каплях воды обычно прорастают не в большом количестве (10—20%). Они не наблюдали прорастания уредоспор бурой ржавчины при их густом нахождении в капле воды. Последнее явление авторы объясняют двумя факторами: выделением спорами тормозящего вещества при набухании и нехваткой кислорода.

Американские авторы Шарп и Смит [15] рекомендуют для сохранения максимальной прорастаемости и патогенности уредоспор *P. coronata* медленное восстановление содержания влаги у лиофилизированных спор. Аналогичное мнение высказывает другой американский исследователь Честер [13], по которому всхожесть уредоспор стеблевой ржавчины с сухих листьев можно повысить путем содержания их в воздухе, насыщенном водяными парами. По Ярвуду [14], полный дневной свет снижает их всхожесть.

Тополовский [8] изучил степень прорастания уредоспор в Казахстане, в основном стеблевой и бурой ржавчины пшеницы, в зависимости от их нахождения на различных высотах над уровнем моря при искусственно создаваемых условиях, в том числе и пониженных температурах. Он изучил также влияние ультрафиолетовых лучей, отдельных участков солнечного спектра. Полученные результаты представляют несомненный интерес. Но и в этих опытах уредоспоры «свежие», только что собранные с растений и пророщенные на предметных стеклах в каплях воды, при температуре 20° в контрольных вариантах имели высокий (58—90) процент прорастаемости.

В опытах Цингер [10], проведенных в Харьковском СХИ, прорастание уредоспор *P. triticipina* и *P. coronifera* не представляло никаких затруднений, процент всхожести таких уредоспор составлял 83 и более. В исследованиях Вайес и Дели [18] у уредоспор расы 56 стеблевой ржавчины с низким прорастанием всхожесть повышалась путем их оводнения.

Затруднений в отношении прорастаемости уредоспор у ржавчинных грибов не встречаются многие исследователи, эксперименты которых протекают в лабораториях Ленинграда, Москвы, где воздух в значительной степени насыщен влагой.

Для повышения степени прорастаемости уредоспор в литературе имеются данные по испытанию в целях стимулирования разных ростовых веществ, витаминов и пр. В исследованиях Талиевой и Андреева [7] биотин, тиамин и фолиевая кислота стимулировали прорастаемость уредоспор бурой и желтой ржавчины. В опытах Рассадиной [5] почти вдвое повышалась прорастаемость уредоспор стеблевой ржавчины от применения бензимидазола, тиамина и поливитамина, когда при контроле 35—40% всхожести, последняя поднялась до 40—80%. Стюарт [16] хорошее стимулирование (от 19 до 90%) прорастаемости уредоспор стеблевой ржавчины получил при испытании перекристаллизованного гемина.

Как выше было сказано, в наших исследованиях в условиях Еревана с резким континентальным климатом и с низкой средней годовой относительной влажностью воздуха, составляющей 60%, а в месяцах июнь—август соответственно 49, 44, 42%, уредоспоры стеблевой ржавчины большей частью в летний период года в каплях воды обычно прорастают слабо: на 1, 0,5, 0,1%. Но при искусственном заражении проростков пшеницы спорами с весьма низкой прорастаемостью получались положительные результаты. Очевидно, прорастание уредоспор стимулировалось выделениями самих растений.

Как видно из изложенного, ни в одном из проведенных исследований не рассматривается значение факторов, воздействующих на формирование способности уредоспор к прорастанию в период развития уредоподушечек на растениях в природных или искусственно создаваемых условиях. Эти условия в данном случае не могут быть оставлены без внимания. Для объяснения значения вышеперечисленных факторов нами проводился ряд исследований, поисков, результаты которых приводятся ниже.

Значение влажности воздуха. С целью выяснения значения влажности при образовании уредоспор на их прорастаемость был поставлен следующий опыт. Проростки пшеницы заражались уредоспорами и сохранялись под стеклянными изоляторами. После удаления изоляторов через некоторое время, когда на листочках начали появляться единичные подушечки уредоспор, часть этих растений в вазонах перемещалась под колпаки, а часть оставлялась открытой в лаборатории. В течение дня три раза определялась температура и влажность воздуха в окружении опытных растений. Проращивание уредоспор, взятых из этого опыта в каплях воды, выявило явную положительную связь между низкой относительной влажностью воздуха при образовании уредоподушечек на листьях растений и низкой прорастаемостью уредоспор (табл. 1). Роль влажности воздуха как основного регулирующего фактора прорастания уредоспор мы при описании опытов еще коснемся.

Таблица 1

Влияние влажности воздуха при образовании уредоспор стеблевой ржавчины на прорастание (опыт 3-6/III-1964 г.)

Способ сохранения в вазонах	Относительная влажность воздуха	Температура воздуха	Количество определений прорастания уредоспор	Средний процент прорастания уредоспор
Под стеклянным колпаком	83-90	18-20	4	59,0
Открыто	28-44	21-23	4	0,8

Далее нам представлялось весьма важным выяснить, каким образом можно восстановить пониженную прорастаемость уредоспор при длительном их хранении и потере ими влаги. Для достижения поставленной цели уредоспоры давнего сбора подверглись действию высокой температуры в сочетаниях с хранением в условиях различной влажности и проращивались в стимуляторе, на агар-агаре и в каплях воды (табл. 2).

Из полученных данных (табл. 2) видно, что у уредоспор с пониженной прорастаемостью при сохранении их во влажной атмосфере в течение четырех часов процент прорастаемости в каплях воды в четыре раза повышается (12,9 против 3,2). Примерно в шесть раз она повышается в случае последовательного сохранения в сухих условиях 30 мин при 50° и 4-х часов во влажной атмосфере (18,1 против 3,2). Уредоспоры, подвергшиеся действию повышенной температуры (50°) без последующего сохранения во влажной атмосфере, не приобретают повышенной всхо-

Таблица 2

Влияние температуры и влажности на процент прорастаемости уредоспор стеблевой ржавчины на различных средах (17—18/IV—1969 г.)

Среды	Время прорастания	Уредоспоры старого сбора, сохраненные при 30% относительной влажности воздуха в эксикаторе				Уредоспоры свежего сбора (17—18/IV) из теплицы
		сохранялись при 50° 30 мин		4 часа во влажной камере	без увлажнения	
		4 часа во влажной камере	без увлажнения			
2,4-дихлорфеноуксусная кислота 0,01%	30 мин	начало прорастания	0	0	0	0
	2 час	33,5	4,4	4,8	4,6	40
	18 час	43,0	11,8	24,7	11,6	65,0
Агар-агар 1%	30 мин	начало прорастания	0	0	0	0
	2 час	38,0	—	1,2	4,1	30,9
	18 час	40,8	11,2	13,4	12,5	56,2
Вода	30 мин	начало прорастания	0	0	0	0
	2 час	20,0	0,9	0	0,9	20,2
	18 час	18,1	5,3	12,9	3,2	26,1

жести (5,3 против 3,2). Агар-агаровая среда в данном опыте в 2—3 раза, а препарат 2,4-дихлорфеноуксусная кислота даже несколько больше повышали прорастаемость уредоспор. Поэтому в случаях, когда требуется выявить жизнеспособность уредоспор, легче и рациональнее использование 2,4-дихлорфеноуксусной кислоты, чем водной агаровой среды.

Из полученных данных видно также, что через два часа во всех вариантах опыта проросла значительная масса, а через 18 час. проросли все жизнеспособные уредоспоры. Через 30 мин после закладки опыта явное пробуждение уредоспор замечалось лишь в варианте, где для прорастания были созданы самые выгодные условия — предварительное хранение при высокой (50°) температуре в сухой атмосфере, а затем во влажной. Из данных этого же опыта видно, что свежесобранные уредоспоры проросли в чистой воде в значительном количестве (20,2—26,1%), что объясняется временем года, сроком сбора (середина апреля) и сравнительно более влажными условиями при образовании подушечек уредоспор.

Прорастаемость уредоспор в клеточном соке листьев различных растений. В литературе имеется очень много данных, касающихся связи прорастаемости спор грибов в клеточном соке различных сортов с/х культур со степенью их поражаемости паразитами. Выявлено, что чем сорта восприимчивее, тем лучше споры возбудителя данного заболевания прорастают в клеточном соке их листьев. Что же касается прорастаемости уредоспор ржавчинных грибов в клеточном соке листьев растений, принадлежащих к разным ботаническим семействам, то этот вопрос в литературе не на-

шел соответствующего отражения. Кажется логичным, что те растения, в клеточном соке листьев которых прорастают уредоспоры, должны быть непосредственно или потенциально восприимчивыми к данному паразиту.

Исходя из этого положения нами для испытания брались листья многих видов растений, находящихся в систематическом отношении далеко друг от друга: листья розы, яблони, абрикоса (*Rosaceae*), винограда (*Vitaceae*), люцерны (*Papilionaceae*), помидоров (*Solanaceae*), барбариса (*Berberidaceae*), череша (*Liliaceae*), василистника (*Ranunculaceae*), хризантемы (*Compositae*), дикого ячменя, пшеницы Гамаданикум, пшеницы Тимофеева (*Gramineae*), кормовой травы тимофеевки (*Gramineae*). Полученные результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Проращение уредоспор стеблевой ржавчины пшеницы в клеточном соке листьев различных растений, %

Концентрация сока, %	Барбарис (<i>Berberis vulgaris</i>)	Василистник (<i>Thalictrum</i>)	Хризантема (<i>Chrysanthemum</i>)	Дикий ячмень (<i>Hordeum leporinum</i>)	Пшеница Тимофеева (<i>Tr. timopheevi</i>)	Пшеница Гамаданикум (<i>Tr. hamadanicum</i>)	Тимофеевка (<i>Phleum pratense</i>)	Череш (<i>Eremurus</i>)	Роза, виноград, люцерна, томаты, яблони, абрикос
100	0,1	0	2	0,1	0	0	0,1	92,0	0
50	35	0	23	13	7	13	13	94,5	0
25	33	0	46	22	28	18	22	90,2	0
12,5	48	0	89	54	32	18	54	8,9	0
6,2	—	0	63	—	60	53	—	—	0
Вода	0,2	0,1	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	11,9	0,1—5

В клеточном соке таких растений, как роза, яблоня, виноград, люцерна, томаты, а также, в основном абрикос, уредоспоры не проросли. В отношении абрикоса из испытанных пяти концентраций клеточного сока только в одной концентрации (12,5%) в двух каплях одного предметного стекла проросли 10%, в другом—0,1%, что недостаточно показательно и не может иметь решающего значения. Уредоспоры не проросли также в клеточном соке василистника. Известно, что на видах *Thalictrum* развивается эцидиальная стадия листовой ржавчины и в природе они стеблевой ржавчиной не поражаются. Поэтому непроращаемость уредоспор стеблевой ржавчины в клеточном соке василистника является вполне закономерной. Объяснимым является также факт проращения уредоспор в клеточном соке таких растений, как дикий ячмень, пшеница Гамаданикум, кормовая трава тимофеевка, так как они в природе обычно поражаются стеблевой ржавчиной. В годы сильного развития стеблевой ржавчины, она у нас поражает также пшеницу Тимофеева. Ржавчиной поражается также череш (*Russinia eremuri*).

Кстати, аргентинские исследователи Валлага и Фавре [17] указывают на значительную поражаемость пшеницы Тимофеева стеблевой ржавчиной в их условиях. Они выделили

из пораженных растений расы 17 и 15 *Pucc. graminis f. tritici*. По свидетельству тех же авторов, в Перу Гарсиа Рада и др. (1942) выделили из пораженной пшеницы Тимофеева расу 189, а Гарт (1943) в США—расы 15 и 19. По мнению Валлага и Фавре, в условиях Аргентины пшеницу Тимофеева, ввиду ее значительной восприимчивости к стеблевой ржавчине, не целесообразно использовать при гибридизациях для получения устойчивых к этой ржавчине сортов. Между тем, как отмечает Жуковский [2], «*Tg. timofeevi* является самым резистентным видом пшеницы на земном шаре. При его участии уже выведены устойчивые сорта мягкой пшеницы». В их числе автор отмечает известный американский сорт Ли.

Вполне увязывается с этим прорастаемость уредоспор в клеточном соке листьев барбариса, поскольку последний является эцидиальным хозяином стеблевой ржавчины.

Особый интерес представляет прорастаемость уредоспор стеблевой ржавчины в клеточном соке листьев хризантемы, как растения далеко стоящего в систематическом отношении от злаковых. Однако в отношении восприимчивости этого растения к ржавчинным грибам для условий Закавказья данные литературы отсутствуют, а по другим краям и областям СССР имеются лишь скудные сведения. В связи с этим мы коротко остановимся на этом вопросе. По Траншелю [9], *Puccinia chrysanthemi* Rosen отмечена в Японии и дальневосточном крае СССР на *Chrysanthemum sinense* Sabine (китайская хризантема). Кроме того, он указывает наличие этой ржавчины в 1907 г. в Ленинграде на *Chrys. indicum* D. C. (индийской хризантеме) в стадии уредо. Хирацука [12] в 1957 г. сообщает, что на хризантемах имеется три вида ржавчины: *Phakopsora artemisiae* Hirats, *Puccinia chrysanthemi* Rosen и *P. horiana* Henn. Последний вид в опыте с искусственным заражением, поставленным указанным автором, является наиболее агрессивным в отношении хризантем. Гойман [11] в 1959 г. отмечая, что *P. chrysanthemi* впервые описана Розеном во Франции в 1900 г., одновременно указывает места распространения этого вида ржавчины: США, Южная Америка, Австралия, Средняя Европа.

Таким образом, можно предполагать, что прорастаемость уредоспор стеблевой ржавчины пшеницы (*Tg. graminis f. tritici*) в клеточном соке листьев хризантем является не случайным фактом, а, возможно, следствием того, что виды этого рода в наших условиях потенциально восприимчивы к другим видам *Puccinia*, что нуждается в специальной проверке.

Влияние стимуляторов на прорастаемость уредоспор. В наших исследованиях для стимулирования прорастаемости уредоспор испытывались многочисленные химические соединения в разных концентрациях. Из этих веществ обладающими стимулирующими свойствами оказались 2,4-дихлорфеноуксусная кислота, НРВ, СА-28, гетероауксин, бета-нафтауксусная кислота, гиббереллин, но наиболее эффективным стимулятором является 2,4-дихлорфеноуксусная кислота (табл. 4): в отношении уредоспор стеблевой ржавчины его 0,01%-й раствор, для уредоспор листовой ржавчины (*P. triticina*)—более повышенная концентрация—0,02%. Стимулирующим действием обладает нефтяное ростовое вещество (НРВ),

особенно его 0,005% концентрация. По этому соединению имеется большое количество публикаций, преимущественно в Азербайджане в отношении хлопчатника. Мы на них останавливаться не будем, отметим лишь, что по указанию Гусейнова, Едигаровой и Касумовой [1] НРВ обладает стимулирующим действием в отношении микроорганизмов, в частности увеличивает количество азотобактерий в почве, повышает активность видов *Penicillium* и пр.

Таблица 4

Результаты испытания различных химических веществ на прорастаемость уредоспор

Название гриба	Испытуемое вещество	Количество повторных испытаний	Концентрация, %*	Средний % прорастания
<i>Puc. graminis</i>	2,4-дихлорфеноуксусная кислота	1	0,02	97
		16	0,01	95
		2	0,005	71,5
	Вода	17	—	3,1
<i>Puc. triticina</i>	2,4-дихлорфеноуксусная кислота	5	0,02	89
		4	0,01	60
		2	0,005	35
	Вода	7	—	0,8
<i>Puc. graminis</i>	НРВ	3	0,1	4
		3	0,05	34
		3	0,01	50
		13	0,005	94
	Вода	13	—	2,6
<i>Puc. graminis</i>	СА—28	12	0,02	50,0
		3	0,01	14,3
		3	0,005	1,3
		1	0,0025	2,7
	Вода	3	—	0,8
<i>Puc. triticina</i>	Гетероауксин	4	0,01	2,4
	Вода	4	0,005	45,2
<i>Puc. triticina</i>	Бета-нафтауксусная кислота	3	0,01	36,6
		3	0,005	53,3
	Вода	3	—	0,9

* %⁰/₀ концентраций выведены исходя из действующего вещества испытуемого соединения.

Соединение СА-28 стимулировало прорастание в более повышенной концентрации (0,02%). Это соединение синтезировано С. Г. Агбальян в Институте органической химии АН Армянской ССР. Оно представляет из

себя хлоргидрат 2 фениламинопропионитрила $\left(\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}_{\text{HCl}}^{\text{H}} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN} \right)$

Гетероауксин и бета-нафтауксусная кислота были испытаны только в отношении уредоспор листовой ржавчины пшеницы и наиболее стимулирующим действием обладали при концентрации 0,005%. Неоднократно испытывался также гиббереллин, который стимулировал обычно прорастание уредоспор в весьма слабых концентрациях (0,0005, 0,00025, 0,00005%), но полученные результаты в повторных испытаниях иногда

не совпадали, и под воздействием разных факторов (температуры при проращивании, предварительного воздействия на уредоспоры влажного воздуха и др.) данные были разноречивыми. Поэтому стимулирующее действие гиббереллина подлежит специальному дополнительному изучению.

Таким образом, выяснилось, что основным фактором, препятствующим прорастанию уредоспор стеблевой ржавчины, является низкая относительная влажность воздуха в период образования уредоподушечек.

Прорастаемость уредоспор стимулируется в разбавленном клеточном соке листьев растений, относящихся к семейству Gramineae, а также барбариса и хризантем.

Хорошим стимулятором прорастаемости уредоспор являются 2,4-дихлорфеноуксусная кислота (0,01%), нефтяное ростовое вещество НРВ (0,005%) и др.

Армянский научно-исследовательский институт защиты растений

Поступило 15.VII 1971 г.

Ա. Ա. ԲԱՐԱՅԱՆ, Գ. Ա. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ

ՅՈՐԵՆԻ ՅՈՂՈՒՆԱՅԻՆ ԺԱՆԳԻ ՈՒՐԵԴՈՍՊՈՐՆԵՐԻ ԾՆՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԱԶԴՈՂ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Յորենի ժանգասների և հատկապես ցողունային ժանգի դեմ պայքարի նպատակով բիմիական նյութերի փորձարկման ժամանակ, հաճախ ջրի կաթիլի մեջ ժանգասների ուրեդոսպորները չէին ծլում կամ չնչին քանակությամբ էին ծլում: Նման պարագաներում մենք կանգնում էինք մեծ դժվարության առաջ՝ բիմիական միացությունների ֆունգիցիդային հատկությունները երևան բերելու կամ գնահատելու առումով:

Ուսումնասիրությունները պարզեցին, որ ուրեդոսպորների ծլունակությունն արդելակող հիմնական գործոնը ժանգասների բարձիկների առաջացման շրջանում օդի հարաբերական խոնավության ցածր լինելն է:

Ուրեդոսպորների ծլունակությունը խթանվում է, երբ դրանց ծլեցնում են հացազգիների ընտանիքին պատկանող բույսերի (Համադանիկում, Տիմոֆեևի, ցորենների, վայրի գարու), խոտաբույսերի (Տիմոֆեևկայի), այլև կծոխուրի բջջահյութերում՝ ջրով նոսրացված վիճակում:

Ուրեդոսպորները չեն ծլել գնձմնձուկի, վարդի, խաղողի, առվույտի, պոմիդորի, խնձորենու տերևների նոսրացված բջջահյութերում և չնչին չափով ծլել են ճիրանենու տերևների բջջահյութերում: Այդ բույսերը և ծառատեսակները կարգաբանորեն հեռու են հացաբույսերից և բնության մեջ չեն վարակվում *Puccinia* ցեղի տեսակներով:

Հոգվածում բերվում են ուրեդոսպորների ծլունակությունը խթանող մի շարք նյութերի փորձարկման արդյունքները: Խթանիչ միացություններից կարելի է նշել 2,4-դիքլորֆենոքսիբացախաթթուն (0,01%) և ուրիշներ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гусейнов Д. М., Едигарова Н. Н., Касимова Г. С. Физиология растений. АН СССР, т. 3, вып. 2, 1956.
2. Жуковский П. М. Тезисы докладов III Всесоюзного совещания по иммунитету растений к болезням и вредителям. Кишинев, 1969.
3. Курсанов Л. И. Микология, М., 1940.
4. Наумов Н. А. Ржавчина хлебных злаков в СССР. М.—Л., 1939.
5. Рассадина Е. Г. Ботанический журнал АН СССР, 50, 11, Л., 1965
6. Справочник по климату СССР, вып. 16, Армянская ССР, ч. IV, Л., 1969.
7. Талиева М. Н., Андреев Л. Н. ДАН СССР, 117, 6, М., 1957.
8. Тополовский В. А. О влиянии некоторых физических факторов на всхожесть уредоспор ржавчинных грибов. Автореферат кандидатской диссертации, Алма-Ата, 1966.
9. Траншель В. Г. Обзор ржавчинных грибов СССР. Л., 1939.
10. Цингер В. И. Тезисы докладов, вып. 6, фитопатология, энтомология, зоология, Харьковский СХИ, 1966.
11. Gäumann E. Die Rostpilze Mitteleuropas. Bern., 1959.
12. Hirat Naohide Sydowia, ser 11, Beih 1, 34—44, 1957.
13. Leathers Chester R. Phytopathology, 51, 6, 410—411, 1961.
14. Yarwood C. E. Plant Pathology-problems and progress Univ. Wisconsin press, Madison, p. 548—556, 1908—1968.
15. Sharp Eugene L., Smith Frederick G. Phytopathology, 47, 7, 423—429, 1957.
16. Steward Donald M. Phytopathology, 46, 4, 234—235, 1956.
17. Vallaga J., Furvet E. Revisia de investigaciones agricolas Argentina, 1, 3, 113—118, 1947.
18. Wiess M., Daly J. M. Phytopathology, 57, 11, 1967.