

УДК:581.132:633.11:632.38

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПИГМЕНТНО-ПЛАСТИДНОГО КОМПЛЕКСА И ПРОДУКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ИНФИЦИРОВАННОЙ ВИРУСОМ ПОЛОСАТОЙ МОЗАИКИ

Дубова В. П., Отурина И. П., Решетник Г. В.

На рост и развитие растений действуют более 35 различных факторов внешней и внутренней среды, в числе которых особое место занимают фитовирусы [1]. Они очень широко распространены в природе и нередко приводят к полной деградации отдельных сортов культурных растений, что представляет собой серьезную проблему для сельского хозяйства [2, 3, 4]. Наиболее опасными и очень вредоносными являются вирусные заболевания злаковых культур, являющиеся причиной снижения количества урожая и ухудшения его качества. Больные растения сильнее страдают от неблагоприятных условий внешней среды, легче поражаются возбудителями грибковых и бактериальных заболеваний [5].

Вирусы, попадая в растительный организм, вызывают различные нарушения в работе его фотосинтетического аппарата [6,7]. При этом пораженные растения резко отстают в росте, часто не выколашиваются, листья их подвергаются хлорозу вследствие деградации хлоропластов и включенных в них пигментов, снижается скорость накопления углерода и чистая продуктивность фотосинтеза [8, 9].

Имеющиеся в литературе сведения о фитовирусах зачастую отрывочны и противоречивы. Они недостаточны для формирования полного представления о влиянии вирусов на фотосинтетические процессы. Изучение механизмов ответной реакции растений на вирусное заражение представляется актуальным, поскольку оно дополнит недостающие знания о фитопатогенах и позволит разработать более эффективные меры борьбы с инфекцией [10, 11].

Методика

Объектом исследований явилась озимая пшеница (*Triticum aestivum L.*) сорта Безостая 1. Растения выращивались в лабораторных условиях в почвенной культуре при фотопериоде 16 часов, температуре воздуха 22 – 23° С и 60 %-ной почвенной влажности.

Материал для получения вирусного инокулума отбирался в конце вегетационного периода из зараженных растений, выращенных в полевых условиях.

Вирусным материалом служил гомогенат, полученный из тщательно измельченных листьев зараженных растений, с добавлением фосфатного буфера pH 7,2, который последовательно центрифугировали и отфильтровывали через нитроцеллюлозный мембранный фильтр, что позволяло добиться более полной очистки инокулята от клеточных элементов, а также бактериальных и грибковых агентов. Лабораторные растения пшеницы в фазе 2 – 3 листьев заражали механическим способом.

Экспериментальные показатели, обработанные статистически методом условных отклонений для малых выборок, определялись в трехкратной повторности в динамике на 3-й, 7-й, 14-й и 21-й дни после заражения растений.

Результаты и обсуждение

Первые признаки вирусной инфекции были зафиксированы на молодых развивающихся листьях через 7-13 дней после заражения пшеницы. Инфекция распространялась системно. На ранних стадиях заболевания симптомы проявлялись в виде слабых хлоротичных коротких полос и пятен, идущих параллельно жилкам, распространяясь базипетально. В дальнейшем хлоротичные зоны соединялись, увеличивались в размерах, приобретали светло-желтое окрашивание и сливались, образуя общий мозаичный рисунок или сплошные хлоротичные пятна [8, 12].

Указанные признаки инфекции были описаны на пшенице, выращенной в Краснодарском крае Г. М. Развязкиной в 1975 г. Согласно симптомам поражения данный вирус является вирусом полосатой мозаики пшеницы (ВППМ) [13].

Одним из визуально фиксируемых признаков проявления вирусной инфекции является отставание в росте больных растений по сравнению со здоровыми [9, 13]. Наблюдения за динамикой ростовых процессов показали, что под влиянием вирусной инфекции растения пшеницы были менее рослыми, чем в контрольном варианте: высота трехнедельных проростков на 14-й день после инокуляции в опытном варианте оказалась в среднем на 15,7 % меньше по сравнению с контролем.

Интенсивность ростовых процессов растений, как правило, коррелирует с приростом их биомассы, т. е. накоплением пластических веществ, среди которых основная роль принадлежит углеводам. Между количеством образующихся ассимилятов и фотосинтетической активностью существует прямая зависимость, поэтому по интенсивности накопления углерода органических веществ можно судить о продуктивности фотосинтеза растений (табл. 1).

Таблица 1

Влияние вирусной инфекции на продуктивность фотосинтеза растений пшеницы

Исследуемый показатель	Срок определения, дни	Варианты опыта		% к контролю
		Контроль	Опыт	
Количество углерода органического вещества, мг/дм ²	7	0,24 ± 0,003	0,20 ± 0,003	84,6
	14	0,26 ± 0,002	0,22 ± 0,002	86,8
	21	0,28 ± 0,003	0,23 ± 0,001	83,2
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² ·сутки	14	27,20 ± 0,87	21,97 ± 0,60	80,8

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что скорость накопления углерода в инфицированных вирусом листьях, определенная методом мокрого сжигания в хромовой смеси, постепенно уменьшалась с 7-го по 21-й день после инокуляции: на 7-й день после инокуляции этот показатель снизился на 15,4 %, на 14-й день – на 13,2 % и на 21-й день – на 16,8 % по сравнению с контролем. В листьях здоровых растений она, наоборот, возрастала (табл. 1).

При нарушении процессов фотосинтеза снижается его чистая продуктивность. Анализ полученных результатов показал, что величина чистой продуктивности фотосинтеза опытных растений на 14-й день после заражения оказалась на 19,2 % меньше по сравнению с контрольным вариантом (табл. 1)..

Причиной появления пестролистности у злаковых культур является разрушение хлоропластов и содержащихся в них хлорофиллов. По данным А. Гиббса и Б. Харрисона под действием вирусов в самых светлых участках листа, а именно вдоль его жилок, нарушается структурная организация агрегированных органелл и они дегенерируют [7,8]. Кроме того, хлоропласты в листьях инфицированных растений способны приобретать меньшие размеры по сравнению с органеллами здоровых при сохранении их формы.

Таблица 2.

Влияние вирусной инфекции на количество и размеры хлоропластов в листьях пшеницы

Исследуемый показатель	Срок определения, дни	Варианты опыта	
		Контроль	Опыт
Содержание хлоропластов, млн/см ²	7	9,104 ± 0,112	6,642 ± 0,090
	14	9,242 ± 0,098	6,411 ± 0,102
	21	9,244 ± 0,108	6,374 ± 0,116
Объем хлоропластов, мкм ³	7	2,29 ± 0,053	0,83 ± 0,031
	14	2,23 ± 0,037	0,81 ± 0,024
	21	2,26 ± 0,072	0,80 ± 0,019

Результаты, представленные в таблице 2, отражают негативное влияние вирусной инфекции на размеры и численность популяции хлоропластов в листьях пшеницы. Установлено, что содержание зеленых пластид, изолированных из зараженных вирусом листьев методом дифференциального центрифугирования, на 7-й, 14-й и 21-й дни после инокуляции было соответственно на 20,0, 30,6 и 31,0 % меньше по сравнению с контролем.

Размеры пластид в листьях опытных растений также оказались ниже, чем в контрольном варианте. Объем хлоропластов в листьях инфицированных вирусом растений был в среднем на 40 % меньше, чем в контроле. Восстановительная активность изолированных хлоропластов, определявшаяся с использованием искусственной электронакцепторной системы (2,6-ДХФИФ), у зараженных растений на 7-й день после инокуляции была на 27,8 % меньше, чем в контрольном варианте.

В листьях инфицированных растений пшеницы выявлено достоверное снижение содержания главных пигментов фотосинтеза – хлорофиллов и каротиноидов (табл. 3).

На 7-й день после инокуляции растений в опытном варианте сумма хлорофиллов (a + b) снизилась на 37,6 %, а на 14-й и 21-й дни соответственно на 53,0 и 63,6 % по сравнению с контрольными растениями. При исследовании содержания каротиноидов была обнаружена аналогичная тенденция. В листьях растений опытного варианта на 7-й, 14-й и 21-й дни после заражения происходило снижение величины изучаемого показателя соответственно на 21,3, 44,3 и 56,8 % по сравнению с контролем.

Установлено, что вирусная инфекция приводит к существенному ослаблению прочности связи пластидных пигментов с белково-липидным комплексом мембран тилакоидов гран хлоропластов. Этот показатель в листьях опытных растений снизился в среднем на 33,5 % по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 3

Влияние вирусной инфекции на содержание пластидных пигментов в листьях пшеницы

Исследуемый показатель	Срок определения, дни	Варианты опыта		% к контролю
		Контроль	Опыт	
Содержание суммы хлорофиллов, мг/г сырой массы	7	0,28±0,008	0,18±0,007	62,4
	14	0,34±0,006	0,16±0,004	47,0
	21	0,39±0,007	0,14±0,005	36,4
Содержание каротиноидов, мг/г сырой массы	7	0,23±0,003	0,18±0,004	78,7
	14	0,31±0,004	0,17±0,006	55,7
	21	0,37±0,004	0,16±0,007	43,2

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о негативном влиянии вирусного заражения на состояние пигментно-пластидного комплекса листьев озимой пшеницы. Это влияние выражается в деградации популяции хлоропластов, уменьшении количества и снижении функциональной активности содержащихся в них пигментов, что отрицательно сказывается на протекании реакций световой фазы фотосинтеза. Скорость накопления ассимилятов также уменьшается, что в результате приводит к торможению ростовых процессов.

Список литературы

1. Бойко А.Л. Экология вирусов растений: Учеб. пособие для студ. биол. спец. ун-тов. – К. : Вища школа, 1990. – 164 с.
2. Даниленко Н.Г. Растение против вируса. – Мн.: Навука і техника., 1992. – 87с.
3. Уманский К.Г. Роль вирусов в природе. – М.: Знание, 1981. – 64 с.
4. Bennett C.W. The relation of virus to plant tissues // Bot. Rev. – 1960. – 6 (9). – P.27 – 473.
5. Развязкина Г.М. Вирусные заболевания злаков. – Новосибирск.: Наука, 1975. – 292 с.
6. Bowden F. C. Plant viruses and virus diseases. – 4 th. Ed., N.Y., Ronald Press: 1974. – P.361.
7. Бойко А.Л., Силаева А.М., Мищенко Л.Т., Решетник Г.В. Особенности ультраструктурной организации клеток мезофилу озимой пшеницы за умов вірусної інфекції // Цитология и генетика. – 1997. – 31.№5. – С. 71 – 78.
8. Гиббс А., Харрисон Б. Основы вирусологии растений. – М.: Мир, 1978. – 492 с.
9. Сухов К.С., Развязкина Г.М. Биология вирусов и вирусные болезни растений. – М.: Сов. наука, 1995. – 228 с.
10. Панарин И.В. Защита злаковых культур от вирусных болезней. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 78 с.
11. Бойко А.Л., Мищенко Л.Т., Барышевский А.Н. Рекомендации по диагностике вирусных болезней озимой пшеницы и мерам борьбы с ними в условиях УССР. К.: Урожай, 1990. – 26 с.
12. Решетник Г.В., Мищенко Л.Т., Колесник Л.В., Бойко А.Л. Виявлення вірусу смугастої мозаїки пшениці в деяких областях України // Мікробіологічний журнал. – 1996. – 58. №2. – С. 39 – 45.
13. Развязкина Г.М., Проценко А.Е. Полосатая мозаика пшеницы // Природа. – 1963. – № 7. – С. 115.

Поступила в редакцию 12.03.2003 г.