



УДК 579.25

Е. Н. ВОРОНИНА, Ю. К. ФОМИЧЕВ

ВЛИЯНИЕ ОЗОННО-АЭРОИОННОЙ СМЕСИ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Взросший в последние годы интерес к биологическому действию озона вызван постоянно увеличивающимися концентрациями в его атмосфере, а также возможностью использования данного агента в качестве антимикробного средства, в первую очередь для борьбы с фитопатогенной микрофлорой [1—3]. Многие работы этого направления посвящены определению бактерицидных и фунгицидных концентраций озона; вместе с тем механизм повреждающего действия озона на микроорганизмы до настоящего времени окончательно не установлен. Одни исследователи связывают его с повреждением азотистых оснований в молекулах ДНК и, следовательно, с множественными разрывами полинуклеотидных цепей [4—6]. Другие объясняют первичным воздействием на мембранные структуры клеток, нарушающим их проницаемость, что приводит к выходу внутриклеточного содержимого во внешнюю среду или полному лизису клеток [7].

Выраженный антибактериальный эффект озона позволил начать эксперименты по выяснению возможности применения озонирования овощей и фруктов при их транспортировке и длительном хранении с целью снижения потерь сельскохозяйственной продукции в результате деятельности микрофлоры. Одним из важных моментов при этом является необходимость определения эффективных концентраций озона по отношению к различным микроорганизмам и выбор оптимальных условий озонирования для максимального снижения жизнеспособности вредоносной микрофлоры.

В представляемой работе приводятся данные изучения действия озонно-аэроионной смеси на некоторые фитопатогенные микроорганизмы.

Материал и методика

Три штамма грибов (*Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp.) и один штамм актиномицета (*Streptomyces* sp.) были изолированы из тканей гниющих яблок, картофеля, моркови, зерен кофе.

В серии опытов по сравнительному изучению повреждающего действия озона на конидии, суспензию конидий (или микроконидий) после соответствующих разведений в дистиллированной воде высевали на поверхность сусло-агара в чашках Петри и обрабатывали в течение 10 мин озонно-аэроионной смесью в камере озонатора, изготовленного в Проблемной НИЛ экспериментальной биологии БГУ имени В. И. Ленина. Концентрация озона в газовой смеси регулировалась изменением напряжения в озонаторе и определялась йодометрическим методом. Результаты учитывались через 24—48 ч инкубирования засеянных чашек в термостате при 30 °С.

Для изучения действия озона на *Penicillium* sp. через 10 мл суспензии конидий в дистиллированной воде (исходная концентрация 10^5 — 10^6 ко-

нидий/мл) пропускалась с постоянной скоростью озонно-аэроионная смесь. Затем по 1 мл соответствующего разведения обработанной суспензии вносили в чашки Петри и заливали расплавленным и охлажденным до 48 °С сусло-агаром. Результаты учитывали через 48 ч инкубации чашек при 30 °С.

В экспериментах со штаммом *Fusarium* sp. использовали профильтрованную через стерильные обеззоленные бумажные фильтры суспензию микроконидий (исходная концентрация 10^5 микроконидий). Обработка озоном и последующие манипуляции были идентичны описанным для *Penicillium* sp.

Результаты и их обсуждение

Изучение действия озонированного воздуха на конидии микроорганизмов различных таксономических групп показало, что при обработке на плотной питательной среде наиболее чувствительными являются конидии актиномицетов (таблица), из эукариотных микроорганизмов — микроконидии *Fusarium* sp.; конидии *Penicillium* sp. и *Aspergillus* sp. оказались более резистентными, что вполне согласуется с данными, приводимыми другими авторами [8].

Влияние озонно-аэроионной смеси на жизнеспособность конидий различных микроорганизмов

Микроорганизмы	Процент жизнеспособных конидий после обработки озоном (мг/м ³ ·мин)				
	50	100	200	300	500
<i>Streptomyces</i> sp.	31,7	0,6	0,5	0,2	0,1
<i>Aspergillus</i> sp.	88,3	98,2	86,5	46,6	18,8
<i>Penicillium</i> sp.	100,5	100,0	33,0	3,6	1,5
<i>Fusarium</i> sp.	58,5	6,6	1,0	0,4	0,3

Несмотря на выявленные различия в степени чувствительности к озонно-аэроионной смеси, для всех изученных в работе микроорганизмов этот является эффективным ингибитором, который может быть весьма перспективным средством борьбы с фитопатогенной микрофлорой.

Следующая серия экспериментов была посвящена выяснению влияния озонно-аэроионной смеси на процесс прорастания конидий *Penicillium* sp. и микроконидий *Fusarium* sp. при обработке их водных суспензий различными дозами повреждающего агента в течение 10 мин. Как видно из рис. 1, действие озона на указанные тест-объекты оказалось довольно эффективным даже при его относительно низких концентрациях. Увеличение концентрации озона в смеси обеспечивало повышение инактивирующего эффекта до определенного предела, после которого дальнейшего инактивирования не отмечалось.

Представлялось интересным сравнить действие озонированного воздуха на конидии ранее озонированных культур, чтобы выяснить, насколько однородными в отношении чувствительности к озону являлись исходные культуры, а также определить, осуществляется ли при обработке озоном селекция устойчивых форм. Для этого суспензия конидий *Penicillium* sp., образованных ранее озонированными культурами, в течение 10 мин подвергалась повторной обработке в аналогичных условиях. Опытами установлено, что в этом случае споры характеризовались несколько более высокой чувствительностью; способность их прорастания с увеличением концентрации озона снижалась более резко. Это позволяет предполагать, что использование многократного озонирования, например, в целях предохранения плодов и овощей от порчи микроорганизмами вряд ли вызовет быстрое развитие резистентных к такому воздействию форм.

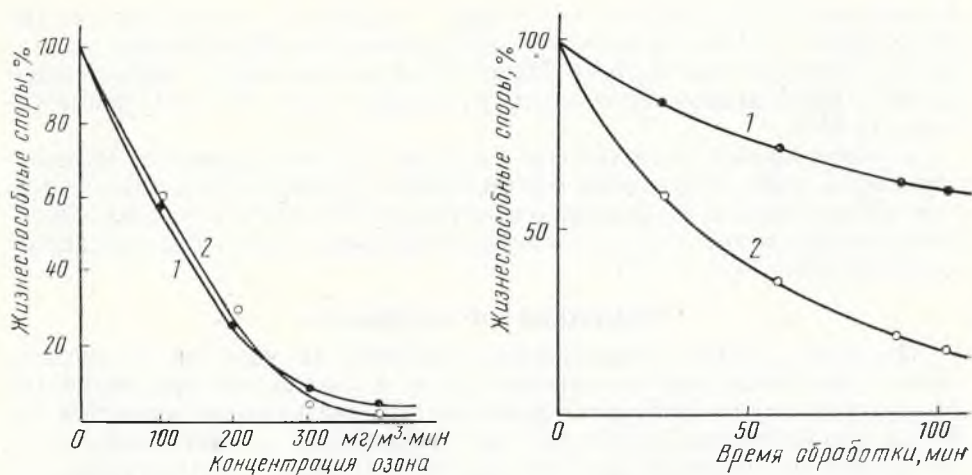


Рис. 1. Влияние озона на жизнеспособность спор фитопатогенных микроорганизмов:
1 — *Penicillium* sp., 2 — *Fusarium* sp.

Рис. 2. Сравнительная чувствительность к озону спор, образуемых культурами *Penicillium* sp. разного возраста:
1 — 7—10-дневная культура; 2 — культура месячного возраста

Далее было показано, что увеличение длительности обработки суспензий конидий озонно-аэроионной смесью до полутора часов при постоянной концентрации в ней озона ($50 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{мин}$) обеспечивает практически полную инактивацию их жизнеспособности, что обосновывает в случае необходимости применение относительно малых доз за счет увеличения экспозиции.

В большинстве экспериментов предыдущих серий обработке подвергались конидии, образуемые культурами 7—10-дневного возраста. В следующих опытах поэтому была определена чувствительность к озону спор свежих культур в сравнении со спорами культур месячной давности. При обработке озонном в концентрации $25 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{мин}$ конидии месячной культуры *Penicillium* sp. обнаружили несколько более высокую чувствительность, чем споры десятидневной культуры. Однако повышение дозы озона до $50 \text{ мг/м}^3 \cdot \text{мин}$ (рис. 2) обуславливало одинаковый эффект. Таким образом, можно полагать, что возраст культур фитопатогенных грибов не является определяющим фактором резистентности образуемых ими спор к повреждающему действию озонированного воздуха.

В экспериментах по изучению действия озонно-аэроионной смеси на микроорганизмы, находящиеся на поверхности плотной среды, температурный режим обработки озонном был довольно стабильным ($20\text{--}22^\circ\text{C}$). В последующих опытах при длительной обработке озонном водных суспензий конидий происходило охлаждение смеси до $10\text{--}12^\circ\text{C}$. В связи с этим были предприняты эксперименты по выяснению влияния температурного фактора на ингибирующий эффект озонно-аэроионной смеси в условиях жидкой среды. При постоянной концентрации озона и 10-минутной экспозиции температуру водной суспензии варьировали в пределах $2, 10, 20, 30^\circ\text{C}$, однако изменения ингибирующей активности в таких условиях обработки не выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kerr E. D., Peiner R. A.— *Phytopathol.*, 1968, v. 58, p. 1055.
2. Manning W. J. et al.— *Phytopathol.*, 1970, v. 60, p. 1302.
3. Laurence J. A., Wood F. A.— *Phytopathol.*, 1978, v. 68, p. 689.
4. Hamelin C. et al.— *Biochem. Bioph. Res. commun.*, 1977, v. 77, p. 200.
5. Hamelin C. et al.— *Experientia*, 1978, v. 34, p. 1578.

6. De Mik G., de Groot Y.— Appl. Env. micr., 1978, v. 35, p. 6.

7. Scoot D. B., Leshen E. C.— J. Bacteriol., 1963, v. 85, p. 567.

8. Heagle A. S.— Annu. Rev. Phytopathol., 1973, v. 11, p. 365.

Поступила в редакцию
07.09.81.

Проблемная НИЛ
экспериментальной биологии

УДК 581.132

Л. В. КАХНОВИЧ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗНОГО СВЕТОВОГО РЕЖИМА

Продуктивность растений зависит от совокупной работы фотосинтезирующих систем и их активности на разных уровнях организации: от фотосинтетических единиц до фитоценозов [1]. При создании высоких урожаев важно также оптимальное соотношение между фотосинтезом, ростом и органогенезом [2], что, в свою очередь, определяется рядом факторов, одним из которых является интенсивность и спектральный состав света [3, 4]. Свет влияет на структуру фотосинтетического аппарата, активируя реакции, контролирующие морфогенез хлоропластов в клетке и их метаболизм. Интенсивность света изменяет тонкую структуру хлоропластов [5], активность фотосинтетического аппарата и скорость ростовых процессов [6]. Реакция растений на изменение светового режима проявляется прежде всего в изменении показателей анатомической структуры листа [4]. Количество и поверхность хлоропластов в единице площади листа коррелируют с интенсивностью фотосинтеза, что убедительно показано в работах [7, 8].

Скорость образования биомассы растением в значительной степени зависит от состояния и функции фотосинтетического аппарата. При адаптации растений к определенному уровню освещенности происходят значительные изменения многих параметров. Однако вклад структурных элементов фотосинтетического аппарата в различных условиях его формирования в изменение продуктивности растений неясен. Настоящая работа посвящена изучению ответных реакций фотосинтетического аппарата на мощность светового потока и выявлению взаимосвязи его структурно-биохимических параметров и биологической продуктивности растений.

Материал и методика

Объектами исследования были растения пшеницы (сорт Московская), выращиваемые под искусственными источниками света (лампы ДРЛ-1000, интенсивность света 15, 40, 60, 80 и 115 тыс. эрг/см²·с). Комплексное изучение фотосинтетического аппарата проводили по методике [4]. Подчеркиваемые различия статистически достоверны.

Результаты и их обсуждение

Различная светообеспеченность растений формирует лист, отличающийся количеством клеток в единице его площади, что приводит к изменению объема мезофилла в листе (табл. 1). При увеличении интенсивности света с 15 до 80 тыс. эрг/см²·с объем ассимиляционной ткани возрастает вдвое, но увеличение мощности светового потока (до 115 тыс. эрг/см²·с) не способствует дальнейшему развитию мезофилла, что в первую очередь обусловлено уменьшением размеров клеток, а не их числа. Это подтверждают данные по отношению поверхности клеток мезофилла к листовой поверхности. Световые условия регулируют внутреннюю поверхность ассимиляционной ткани листа. При интенсивности света 80 тыс. эрг/см²·с она увеличивается в три раза по сравнению с растениями, адаптированными к относительно низкой интенсивности света (15 тыс. эрг/см²·с).