

## ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ РОСТОВЫХ И ТРОФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГРИБОВ, СПОСОБНЫХ АКТИВНО РАСТИ В УСЛОВИЯХ 4-ГО БЛОКА ЧАЭС

Н. Н. Жданова, Ю. В. Блажеевская, В. В. Вембер

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, Киев

Были изучены ростовые параметры видов грибов, которые по предварительным данным считали активно растущими в условиях 4-го блока ЧАЭС. Такими ростовыми показателями были радиальная скорость роста, единица гифального роста и интенсивность освоения субстрата. Все исследования проводились на двух средах – полноценном для грибов сусло-агаре и лимитированном по основным источникам углерода голодном агаре. Выявлено два основных типа заселения помещений 4-го блока исследуемыми грибами. Был изучен рост основного вида-биодеструктора *Cladosporium sphaerospermum* на разных концентрациях глюкозы и показана его способность к гетеротрофной фиксации углекислоты из воздуха и олиготрофии. Также были изучены трофические связи *Cladosporium sphaerospermum* и двух других видов, которые постоянно сопровождали его при выделении. Было показано, что грибы, ранее отнесенные к активно растущим в условиях 4-го блока ЧАЭС, действительно являются таковыми.

Мониторинг ряда внутренних помещений 4-го блока ЧАЭС позволил выделить 58 видов грибов, относящихся к 26 родам. Подавляющее большинство из них (более 80 %) выделялись в единичных случаях, и только пять видов были доминирующими и часто встречающимися в этом экотопе. К ним относились: *Cladosporium sphaerospermum* (доминирующий вид), *Alternaria alternata*, *Cladosporium sp.*, *Acremonium strictum*, *Aureobasidium pullulans* (встречались часто и постоянно) (таблица) [3 - 7].

Обнаруженная закономерность позволяет с большой вероятностью предполагать активный рост таких грибов в условиях постоянных радиационных нагрузок.

Для подтверждения этой закономерности было предпринято изучение ростовых и трофических показателей у этих грибов. В качестве ростовых показателей изучали линейную скорость роста [2, 8, 9], единицу гифального роста (ЕГР) [11 - 13] и обобщенный показатель – интенсивность освоения субстрата (I) [10]. Все эксперименты проводились на двух средах – полноценной среде сусло-агар (СА) и лимитированной по источнику углерода среде голодный агар (ГА), так как условия роста при лимитации по основным источникам углерода и энергии приближаются к таковым на бетонных стенах.

В ряду изученных грибов скорость роста была неодинаковой [1]. Наибольшей она была у *A. alternata*, а наименьшей – у *C. sphaerospermum*. Установлено, что для наиболее интенсивно растущей *A. alternata* в первые сутки скорость роста была в 2 – 4 раза меньше, чем средняя линейная скорость роста. Виды *A. strictum* и *A. pullulans* проявляли такую же закономерность, но она была выражена не столь резко. Противоположную направленность проявляли два вида рода *Cladosporium*, у которых начальная скорость роста, как правило, превосходила ее среднее значение.

Показатель ЕГР у всех изученных штаммов колебался в пределах 113 – 360 мкм и незначительно зависел от места их выделения. Различия по этому показателю наблюдались только при сравнении оптимальной и голодной сред. У быстрорастущей *A. alternata* и *Cladosporium sp.* на голодной среде этот показатель уменьшался, а у *A. strictum*, *A. pullulans* и *C. sphaerospermum* – увеличивался.

По интенсивности освоения субстрата, изученные виды расположились в ряду: *A. alternata* > *A. pullulans* ≥ *A. strictum* > *Cladosporium sp.* > *C. sphaerospermum* (рис. 1 - 5).

## Характеристика изученных штаммов грибов

Штамм	Характеристика штамма	Место выделения	Год выделения	Частота встречаемости, %	Радиоактивность субстрата
<i>Acremonium strictum</i> 64	Ra	стена помещения 4-го блока ЧАЭС	2001	23,9	до 100 мР
<i>A. strictum</i> 77	Ra	там же	2001		50 - 100 мР
<i>Alternaria alternata</i> 176	Ra	помещение объекта "Укрытие"	1997	28,95	$\alpha = 20 \text{ Бк/см}^2$ $\beta = 250 \text{ Бк/см}^2$
<i>A. alternata</i> 105	Ra	там же	1997		$\alpha = 50 \text{ Бк/см}^2$ $\beta = 500 \text{ Бк/см}^2$
<i>A. alternata</i> 56	Ra	там же	1998		$\alpha = 500 \text{ Бк/см}^2$ $\beta = 20 \text{ тис. Бк/см}^2$
<i>A. alternata</i> 16668	K	семена <i>Echinocystis sp.</i> , Киев	1997		на фоновом уровне
<i>A. alternata</i> 16510	K	корни ячменя, Днепропетр. обл.	1996		на фоновом уровне
<i>A. alternata</i> 113	K	стены музея, Киев	1996		на фоновом уровне
<i>Aureobasidium pullulans</i> 23a	Ra	стена помещения 4-го блока ЧАЭС	1997		22,70
<i>A. pullulans</i> 185	Ra	там же	1997	$2 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5 \text{ Бк/см}^2$	
<i>A. pullulans</i> 2275	K	почва Голосеевского парка, Киев	1973	на фоновом уровне	
<i>A. pullulans</i> 00787	K	зерно пшеницы, Житомирская обл.	1999	на фоновом уровне	
<i>Cladosporium sp.</i> 11	Ra	стена помещения 4-го блока ЧАЭС	2001	16,90	до 1500 мР
<i>Cladosporium sp.</i> 21	Ra	там же	2001		до 1500 мР
<i>Cladosporium sp.</i> 61	Ra	там же	2001		до 100 мР
<i>Cladosporium sp.</i> 75	Ra	там же	2001		до 100 мР
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> 34	Ra	кабельные проходы объекта "Укрытие"	1997	61,40	$\alpha = 15 \text{ Бк/см}^2$ $\beta = 600 - 800 \text{ Бк/см}^2$
<i>C. sphaerospermum</i> 60	Ra	помещение объекта "Укрытие"	1997		$\alpha = 50 \text{ Бк/см}^2$ $\beta = 500 \text{ Бк/см}^2$
<i>C. sphaerospermum</i> 5-1	Ra	там же	1997		$\alpha = 250 - 300 \text{ Бк/см}^2$ $\beta = 250 \text{ Бк/см}^2$
<i>C. sphaerospermum</i> 113	Ra	стена помещения 4-го блока ЧАЭС	1997		$\alpha = 50 \text{ Бк/см}^2$ $\beta = 500 \text{ Бк/см}^2$
<i>C. sphaerospermum</i> 40	Ra	стена помещения 3-го блока ЧАЭС	2001		2 Р
<i>C. sphaerospermum</i> 3176	K	дерново-подзолистая почва, Феофания, Киев	1997		на фоновом уровне
<i>C. sphaerospermum</i> 852	K	стены подвальных помещений, Киев	1998		на фоновом уровне
<i>C. sphaerospermum</i> 740	K	морской песок Мертвого моря, Израиль	1998		на фоновом уровне



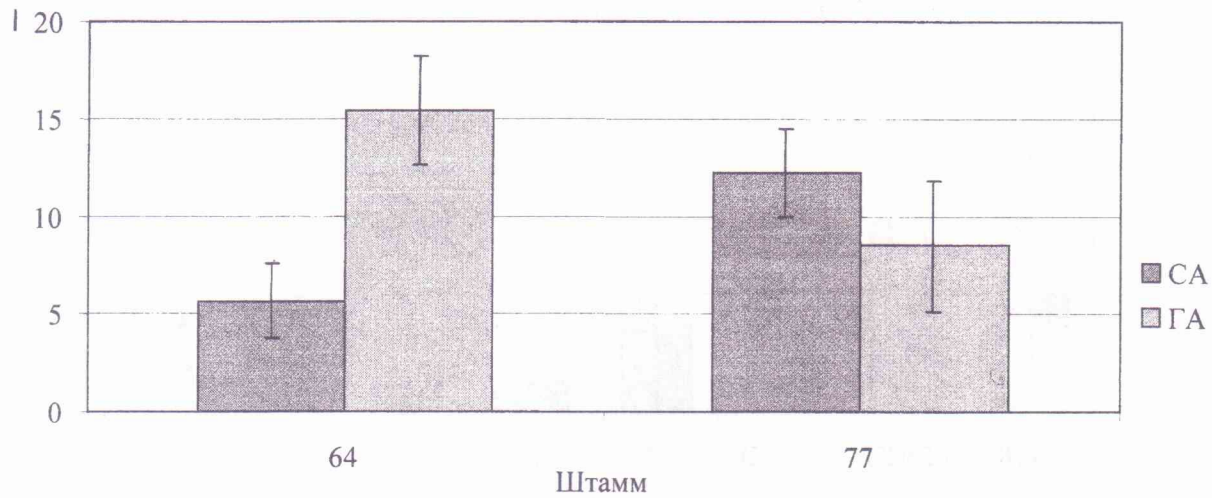


Рис. 1. Интенсивность освоения субстрата *Acromonium strictum*.

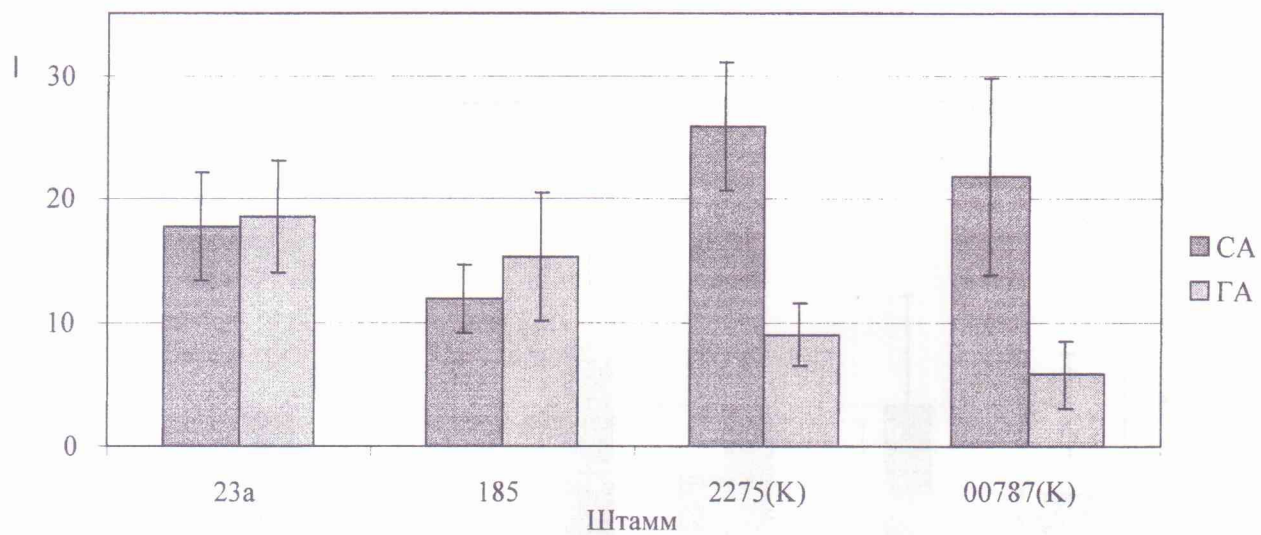


Рис. 2. Интенсивность колонизации субстрата *Aureobasidium pullulans*.

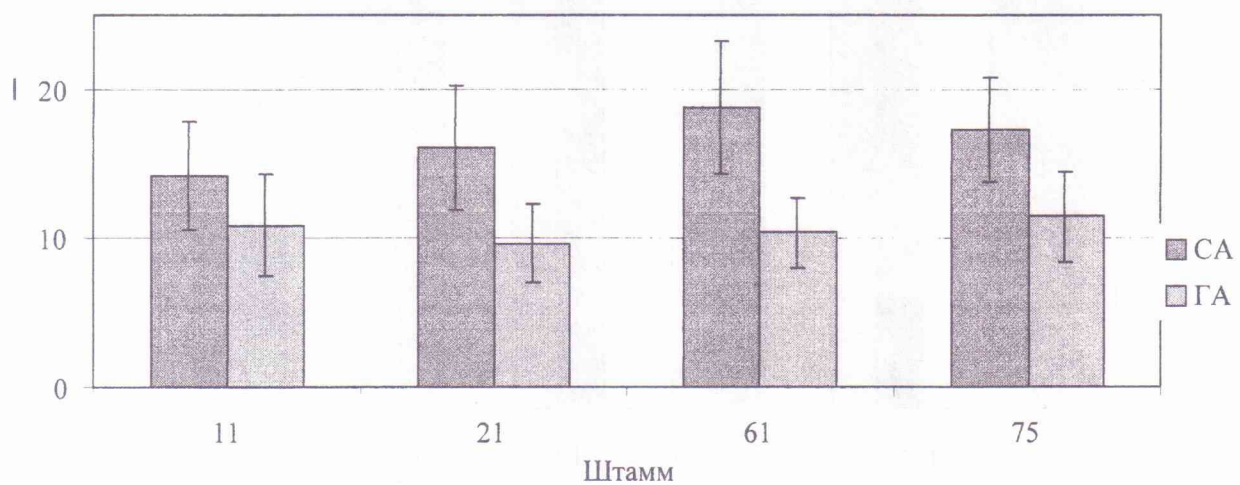


Рис. 3. Интенсивность освоения субстрата *Cladosporium sp.*

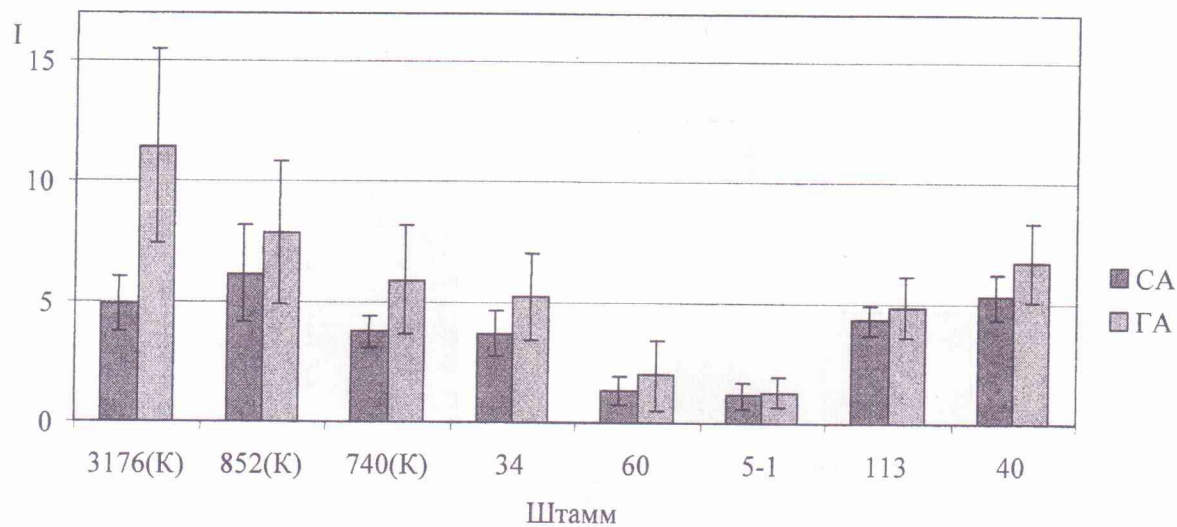


Рис. 4. Интенсивность освоения субстрата *Cladosporium sphaerospermum*.

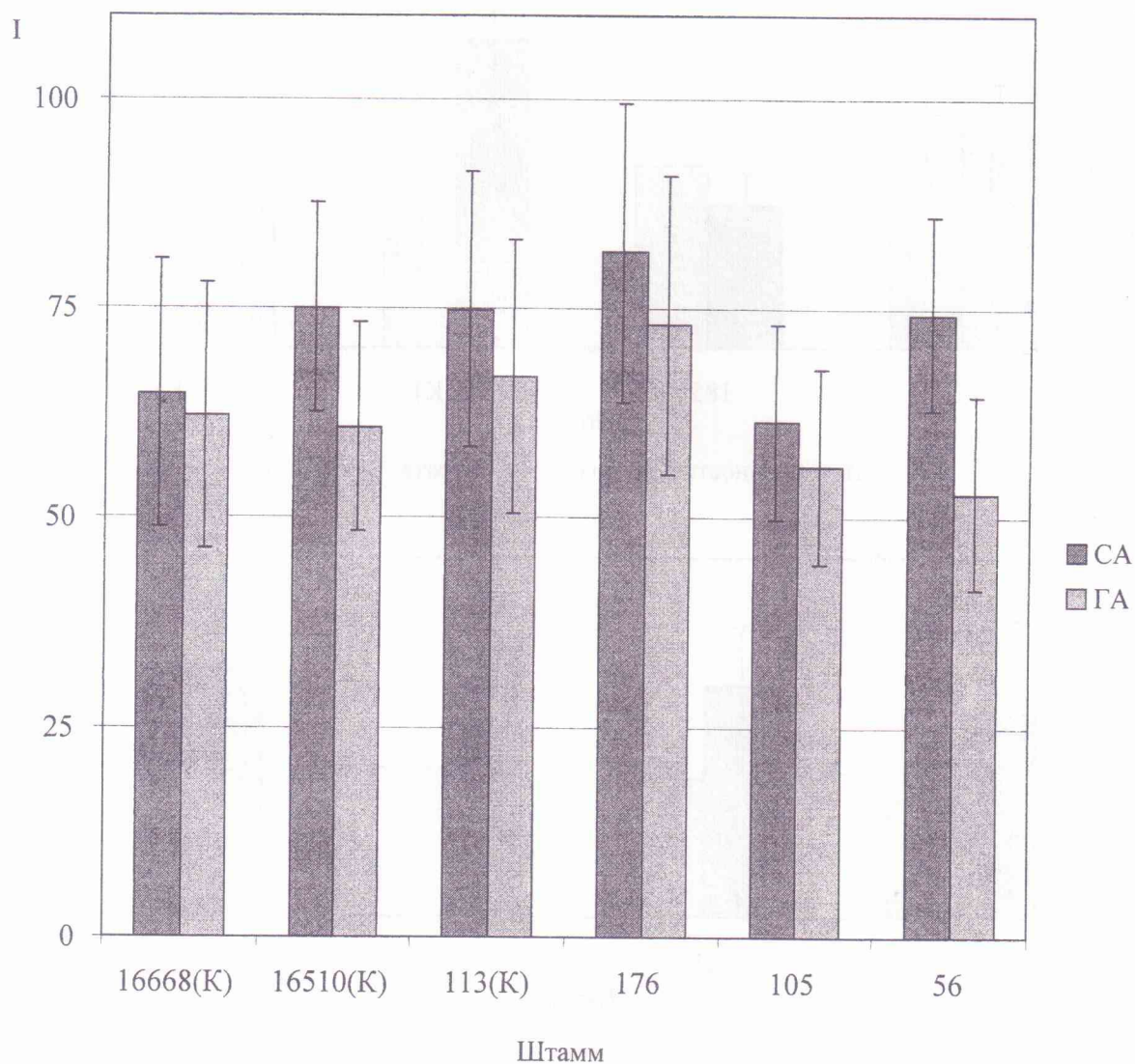


Рис. 5. Интенсивность освоения субстрата *Alternaria alternata*.



Из рис. 1 - 5 видно, что штаммы вида *A. strictum* осваивают оба субстрата по-разному. Интенсивность освоения СА и ГА у штаммов вида *A. pullulans*, выделенных из радиоактивно загрязненных экотопов, практически не различается, а контрольные штаммы этого вида (т.е. выделенные из чистых относительно радиоактивности территорий) осваивают голодный субстрат гораздо хуже, чем оптимальную среду. Интенсивность освоения субстрата остальными видами незначительно изменялась при перенесении их с оптимальной среды на голодную.

Полученные данные свидетельствуют о том, что виды, активно растущие на труднодоступных субстратах в 4-м блоке, реализуют два способа освоения субстрата. Первый способ реализуют грибы, которые характеризуются низкой скоростью роста и образованием большого количества мелких конидий, т.е. большого количества потенциальных колоний. Второй способ реализуют грибы, обладающие высокой скоростью роста мицелия и низким конидиеобразованием. Кроме того, для первого типа был характерен замедленный рост на начальных этапах и значительное увеличение его в процессе дальнейшего онтогенеза, а для второго типа – быстрый рост на начальных этапах, который замедлялся по мере роста гриба. Наиболее яркий представитель первого способа заселения субстрата – вид *C. sphaerospermum*, а второго – *A. alternata*.

При посеве полученного материала (методом реплик на питательные среды) часто наблюдалось образование грибных колоний разных видов, которые росли, тесно примыкая друг к другу. Это позволяет предположить, что характер взаимодействия отдельных видов не ограничивается физико-механическими взаимодействиями и находится на трофическом уровне [2, 8]. Для подтверждения этого нами были разработаны подходы для выявления подобных связей.

Прежде всего был исследован характер роста основного вида-биодеструктора – *C. sphaerospermum*. Полученные данные продемонстрировали способность *C. sphaerospermum* к гетеротрофной фиксации углекислоты воздуха. Этот процесс был особенно выразительным на безуглеродной среде Чапека. Интересным кажется также значительное увеличение

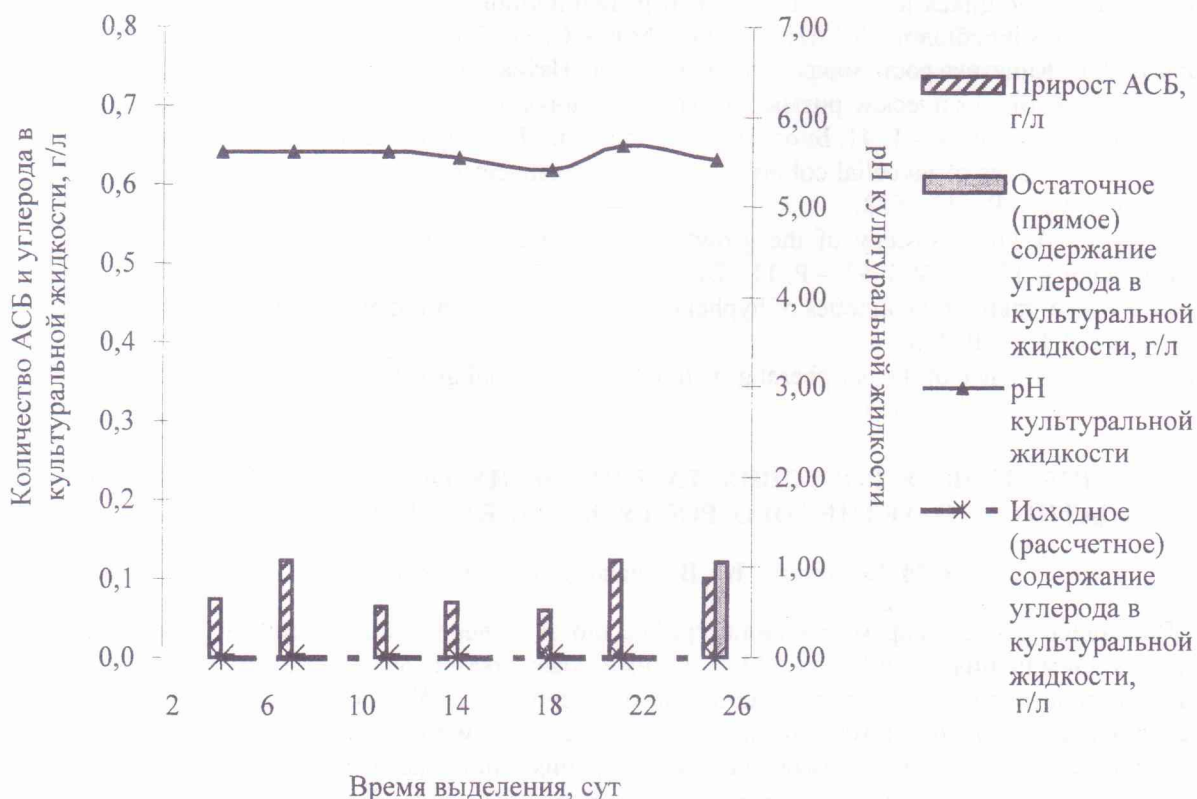


Рис. 6. Концентрация глюкозы – 0 г/л.

содержания углерода в культуральной жидкости при концентрации глюкозы в среде 2 г/л. При начальной концентрации 20 г/л содержание углерода в культуральной жидкости намного превышает его содержание в мицелии.

Все перечисленные выше признаки позволяют подтвердить способность изученного штамма *C. sphaerosprum* к крайней степени олиготрофии, а также указывают на его ведущую роль в процессах деструкции труднодоступных субстратов.

Следующим шагом наших исследований было изучение интенсивности накопления биомассы на культуральной жидкости *C. sphaerosprum* двух других видов, которые постоянно сопровождали основной штамм-биодеструктор при выделении, – *Alternaria alternata* и *Acremonium strictum*. Анализ полученных данных позволил предположить, что вероятность трофических связей существует только в паре *C. sphaerosprum* - *Acremonium strictum* (рис. 6).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блажеевская Ю.В., Вембер В.В., Жданова Н.Н. Сравнительный анализ скорости радиального роста микромицетов, выделенных из различных экотопов // Микробиол. журнал. - 2002. – Т. 64, № 3.
2. Великанов Л.Л., Сидорова И.И. Некоторые биохимические аспекты в экологии грибов // Успехи микробиологии. – 1983. – № 18. – С.112 - 132.
3. Гильманов Т.Г., Базилевич Н.М. Теоретические основы и опыт экологического мониторинга. – М.: Наука, 1983. – С. 7 – 57.
4. Жданова Н. Н., Василевская А. И. Меланинсодержащие микромицеты в экстремальных условиях. – Киев: Наук. думка, 1988. – 194 с.
5. Жданова Н. Н., Василевская А. И. Экстремальная экология грибов в природе и эксперименте. – Киев: Наук. думка, 1982. – 168 с.
6. Жданова Н.Н., Василевская А.И., Артышкова Л.В., Гаврилюк В.И. Видовой состав микромицетов загрязненных радионуклидами почв // Микология и фитопатология. – 1990. – Т. 24, № 4. – С. 298 - 308.
7. Жданова Н.Н., Василевская А.И., Захарченко В.А и др. Микобиота и биологическая активность грибов, развивающихся в условиях высокой радиационной нагрузки // Бюлетень Ін-ту сільсько-господарської мікробіології УААН. – 2000. – № 6. – С. 31 - 36.
8. Паников Н.С. Кинетика роста микроорганизмов. – М.: Наука, 1991. – 309 с.
9. Романов Ю.А. Биологические ритмы на разных уровнях биологической организации // Проблемы космической биологии. - Т. 41. Биологические ритмы. - М.: Наука, 1980. - С. 10 - 56.
10. Prosser J.I. Kinetics of mycelial colony growth and ascomycetes aggregations // Mycological Research, 1993. – Vol. 97. – P. 513 - 528.
11. Trinci A.P.J. A kinetics study of the growth of *Aspergillus nidulans* and other fungus // J. of Gen. Microbiology. – 1969. – Vol. 57. – P. 11 - 24.
12. Trinci A.P.J. A study of the kinetics of hyphal extension and branch initiation of fungal mycelium // Ibid. – 1974. – Vol. 81. – P. 225 - 236.
13. Trinci A.P.J. Influence of the peripheral growth rate on the radial growth rate of fungal colonies // Ibid. – 1971. – Vol. 67. – P. 352 - 344.

#### ВИВЧЕННЯ ДЕЯКИХ РОСТОВИХ ТА ТРОФІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГРИБІВ, ЗДАТНИХ ДО АКТИВНОГО РОСТУ В УМОВАХ 4-ГО БЛОКА ЧАЕС

Н. М. Жданова, Ю. В. Блажеєвська, В. В. Вембер

Вивчались ростові параметри видів грибів, що за попередніми даними вважались активно ростучими в приміщеннях 4-го блока ЧАЕС. Такими показниками були радіальна швидкість росту, одиниця гіфального росту та інтенсивність освоєння субстрату. Усі дослідження проводились на двох середовищах – повноцінному для грибів сусло-агарі та лімітованому за основними джерелами вуглецю голодному агарі. Було виявлено два основних типи заселення приміщень 4-го блока дослідженими грибами. Було досліджено ріст основного виду-биодеструктора *Cladosporium sphaerospermum* на різних концентраціях глюкози та продемонстровано його здатність до



гетеротрофної фіксації вуглекислоти з повітря та оліготрофії. Також було вивчено трофічні зв'язки *Cladosporium sphaerospermum* та двох інших видів, що постійно супроводжували його при виділенні. Було показано, що гриби, раніше віднесені до тих, що активно ростуть в умовах 4-го блока ЧАЕС, дійсно є такими.

#### STUDYING OF SOME GROWTH AND TROPHIC FEATURES OF FUNGI THAT ARE ABLE TO GROW ACTIVELY IN THE CHNPP 4-TH BLOCK CONDITIONS

N. N. Zhdanova, Yu. V. Blazheevskaya, V. V. Vember

Growth parameters of fungi that previously considered as active growing in conditions of ChNPP 4-th block ChNPP were studied. Such growth parameters were radial growth velocity, hyphal growth unit (HGU) and also intensity of colonization of substratum. All experiments were made on 2 types of nutrient medium: optimal medium malt agar and starving agar. Two types of radioactive substrates colonization by fungi were identified. The growth of main species-biodestructor *Cladosporium sphaerospermum* on other concentrations of glucose was investigated and its ability to fixation of carbonic acid form air and oligotrophia were shown. The trophic relations of main species-biodestructor *Cladosporium sphaerospermum* and two species that constantly were isolated with it were also studied. It was shown that fungi that previously considered as active growing in conditions of ChNPP 4-th block are really those.

Поступила в редакцию 26.02.02,  
после доработки – 23.09.02.