

## Лекции «Дифференцировка у грибов»

Преподаватель: д.б.н., проф. Татьяна Андреевна Белозерская.

Объем курса – 28 часов.

Форма отчетности – зачет.

### ПРОГРАММА ПО КУРСУ «ДИФФЕРЕНЦИРОВКА У ГРИБОВ» V КУРС БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ КАФ. МИКОЛОГИИ И АЛЬГОЛОГИИ

#### 1. Вводная лекция.

- А. Что такое дифференцировка клеток?
- Б. Две теории дифференцировки у грибов.
- В. Факторы внешней среды, запускающие процессы дифференцировки у грибов.
- Г. Основные модели дифференцировки грибного организма.

#### 2. Ионно-осмотический гомеостаз грибной клетки и его роль в дифференцировке.

- А. Структура мембран грибных клеток и их роль в поддержании ионно-осмотического гомеостаза;
- Б. Регуляция клеточного объема

#### 3. Способность цитоплазмы к поляризации - критический фактор роста грибов.

- А. Функционально-морфологические особенности кончика гифы
- Б. Движущие силы поляризованного роста: элементы цитоскелета,

градиенты кальция и рН, тургорное давление, внутриклеточные электрические токи. Мутации, влияющие на поляризацию роста.

#### 4. Механизмы межклеточных коммуникаций и их роль в дифференцировке грибов.

- А. Лиганд-рецепторные взаимодействия и межклеточные взаимодействия.
- Б. Сигнальные молекулы, обеспечивающие процессы межклеточных коммуникаций.
- В. Дифференциация и интеграция клеточных функций в процессе развития (молекулярные механизмы); роль механического повреждения в дифференцировке гиф.

5. Стрессорные воздействия внешней среды, запускающие альтернативные пути дифференцировки грибного мицелия: голодание, свет, температура, солевой и газовый состав среды - общие представления.

6. Механизмы передачи внешнего сигнала грибными клетками:

внешний фактор- мембранные механизмы передачи сигнала-вторичные мессенжеры-внутриклеточные мишени- экспрессия генов - физиологический ответ - общие представления

7. Голодание -основной стрессорный агент меняющий стратегию роста.

А. Голодание по источникам азота и углерода и дифференцировка грибных гиф. Механизмы передачи сигнала голода.

Б. Диморфизм и его механизмы.

8. Фоторегуляция физиологических и морфогенетических процессов у грибов.

А. Биологический характер ответа на восприятие света

Б. Спектры действия и природа фоторецепторов.

В. Система трансдукции светового сигнала и дифференцировка клеток.

Г. Фоторегуляторные мутанты. Циркадные ритмы у грибов

9. Температурный стресс.

А. Мембранные молекулярные механизмы, ответственные за температурную адаптацию грибной клетки в процессе развития.

Б. Белки теплового шока и дифференцировка.

10 Окислительный стресс и дифференцировка грибного организма

А. Внеклеточные и внутриклеточные источники активных форм кислорода АФК у грибов

Б. АФК и дифференцировка.

В. Компоненты антиоксидантной защиты грибной клетки.

11. Комплексное воздействие стрессорных агентов и дифференцировка.

12. Смерть грибного организма: аутофагия, некроз, апоптоз.

## ЛИТЕРАТУРА

**Книги:**

Зинченко В.П., Долгачева Л.П. Внутриклеточная сигнализация. Пущино, 2003  
Учебное пособие. Электронная версия. Администратор Сервера <http://cam.psn.ru> :  
Р.В.Гуркин . Электронное издательство "Аналитическая микроскопия". Публикация  
учебника в PDF формате на сайте "Русское Поле Экспериментов".

*Davis R.H. Neurospora. Contributions of the model organism. Oxford University Press. 2000. 333 P.*

*Gow N.A.R., Gadd G.M. The growing fungus. London. Chapman & Hall. 1995. 474 P.*

*Moore D. Fungal morphogenesis. Cambridge. Cambridge University Press. 1998. 469 P.*

*Osiewacz H. D. (ed.) Molecular biology of fungal development. NY. Marcel Dekker. 2002. 608 P.*

*Yeast Stress Responses. Topics in Current Genetics. Vol. 1. Berlin/Heidelberg. Springer. 2003, 389 P.*

#### **Обзоры:**

*Атталауханов Ф.И. Каскады ферментативных реакций и их роль в биологии // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6. № 7. С. 2-10*

*Белозерская Т.А. Межклеточные взаимодействия в дифференцировке мицелиальных грибов // Биологические мембраны. 1997. Т. 14. № 6. С. 671-678.*

*Белозерская Т.А. Гидрофобины грибов. Структура и функции // Микология и фитопатология. 2001. Т. 35. № 1. С. 3-11.*

*Белозерская Т.А., Гесслер Н.Н. Окислительный стресс и дифференцировка у *Neurospora crassa* // Микробиология. 2006. Т. 75. С. 497-501.*

*Белозерская Т.А., Гесслер Н.Н. Активные формы кислорода и стратегия антиоксидантной защиты у грибов // Прикладная биохимия и микробиология. 2007. Т. 43. № 5. С. 1-11.*

*Белозерская Т.А., Гесслер Н.Н. Окислительный стресс и дифференцировка у грибов // В сб. Микология сегодня. М. Национальная Академия Микологии. 2007. Т.1. С. 30-54.*

*Гесслер Н.Н., Аверьянов А.А., Белозерская Т.А. Активные формы кислорода в регуляции развития грибов // Биохимия. 2007. Т. 72. № 10. С. 1342-1364.*

*Гордеева А.В., Лабас Ю.А. Одноклеточные альтруисты // Природа. 2005. № 6. С. 41-48*

*Гроза Н.В., Мяжкова Г.И., Гесслер Н.Н., Белозерская Т.А. Оксипирины грибов // Микология и фитопатология. 2010. Принято к печати.*

Крицкий М.С., Белозерская Т.А., Соколовский В.Ю., Филиппович С.Ю.  
Фоторецепторный аппарат гриба *Neurospora crassa* // Молекулярная биология. 2005. Т. 39.  
№ 4. С. 602-617.

Потапова Т.В. Верхушечный рост *Neurospora crassa* // Биологические мембраны  
2006. Т. 23. № 6. С. 436-452.

Потехина Е.С., Надеждина Е.С. Митоген-активируемые протеинкиназные каскады  
и участие в них Ste20-подобных протеинкиназ // Успехи биологической химии. 2002. Т.  
42. С. 235—256.

Соколовский В.Ю., Белозерская Т.А. Действие стрессоров на дифференциальную  
экспрессию генов в ходе развития *Neurospora crassa* // Успехи биологической химии.  
2000. Т. 40. С. 85-152.

Терешина В.М. Термоустойчивость у грибов: роль белков теплового шока и  
трегалозы // Микробиология. 2005. Т. 74. № 3. С. 293-304

Ткачук В.А. Мембранные рецепторы и внутриклеточный кальций // Соросовский  
образовательный журнал. 2001. Т. 7. № 1. С. 10-15.

Феофилова Е.П. Торможение жизненной активности как универсальный  
биохимический механизм адаптации микроорганизмов к стрессовым воздействиям //   
Прикладная биохимия и микробиология. 2003. Т. 39. № 1. С. 5-24.

Шпаков А.О. Рецепторы серпантинного типа и гетеротримерные G-белки  
дрожжевых грибов: структурно-функциональная организация молекулярные механизмы  
действия // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2007. Т. 43. № 1. С. 3-23.

Aguirre J., Ríos-Momberg M., Hewitt D., Hansberg W. Reactive oxygen species and  
development of microbial eukaryotes // Trends in Microbiol. 2005. V. 13. № 3. P. 111-118.

Borkovich K.A., Alex L.A., Yarden O., Freitag M., Turner G.E., Read N.D., Seiler S.,  
Bell-Pedersen D., Paietta J., Plesofsky N., Plamann M., Goodrich-Tanrikulu M., Schulte M.,  
Mannhaupt G., Nargang F.E., Radford A., Selitrennikoff A., Galagan J.E., Dunlap J.C., Loros  
J.J., Catchside D., Inoue H., Aramayo R., Polymenis M., Selker E.U., Sachs M.S., Marzluf G.A.,  
Paulsen I., Davis R., Ebbole D.J., Zelter A., Kalkman E.R., O'Rourke R., Bowring F., Yeadon J.,  
Ishii C., Suzuki K., Sakai W., Pratt R. Lessons from the genome sequence of *Neurospora crassa*:  
Tracing the path from genomic blueprint to multicellular organism // Microbiology and  
Molecular Biology Reviews. 2004. V. 68. № 1. P. 1–108.

Calvo A.M. The VeA regulatory system and its role in morphological and chemical  
development in fungi // Fungal Genetics and Biology. 2008. V. 45. № 7. P. 1053–1061.

Campos C.B.L., Di Benedette J.P.T., Morais F.V., Ovalle R., Nobrega M.P. Evidence for  
the role of calcineurin in morphogenesis and calcium homeostasis during mycelium-to-yeast  
dimorphism of *Paracoccidioides brasiliensis* // Eukaryotic Cell. 2008. V. 7. № 10. P. 1856–  
1864.

*Corrochano L.M.* Fungal photoreceptors: sensory molecules for fungal development and behaviour // *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2007. V. 6. № 7. P. 725–736.

*Corrochano L.M., Galland P.* Photomorphogenesis and gravitropism in fungi // In: *The Mycota I. Growth, Differentiation and Sexuality*. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. 2005. P. 233-259.

*Cowen L.E., Steibach W.J.* Stress, drugs and evolution: the role of cellular signaling in fungal drug resistance // *Eukaryotic Cell*. 2008. V. 7. № 5. P. 747-764.

*Hansberg W., Aguirre J.* Hyperoxidant states cause microbial cell differentiation by cell isolation from dioxygen // *J. Theoretical Biology*. 1990. V. 142. № 2. P. 287-293.

*Harris S.* Cell polarity in filamentous fungi. Shaping the mould // *Annual Review of Cytology*. 2006. V. 251. P. 41-77.

*Heintzen C., Liu Y.* The *Neurospora crassa* Circadian Clock // *Advances in Genetics*. 2007. V. 58. P. 25-64.

*Hernandez-Lopez M.J., Panadero J., Prieto J.A., Randez-Gil F.* Regulation of Salt Tolerance by *Torulaspora delbrueckii* Calcineurin Target Crz1p // *Eukaryotic Cell*. 2006. V. 5. № 3. P. 469–479

*Hohmann S.* Osmotic Stress Signaling and Osmoadaptation in Yeasts // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2002. V. 66. № 2. P. 300–372.

*Pollack J.K., Harris S.D., Marten M.R.* Autophagy in filamentous fungi // *Fungal Genetics and Biology*. 2009. V. 46. № 1. P. 1–8.

*Lang F., Busch G.L., Ritter M., Völkl H., Waldegger S., Gulbins E., Häussinger D.* Functional Significance of Cell Volume Regulatory Mechanisms // *Physiol Rev*. 1998. V.78. P. 247-306.

*Lengeler K.B., Davidson R.C., D'souza C., Harashima T., Shen W-C., Wang P., Pan X., Waugh M., Heitman J.* Signal Transduction Cascades Regulating Fungal Development and Virulence // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2000. V. 64. P. 746-785.

*Mitchell A.P.* Fungal CO<sub>2</sub> Sensing: A Breath of Fresh Air // *Current Biology*. 2005. V. 15. № 22. P. R934-R936.

*Nadal M., Garcia-Pedrajas M.D., Gold S.E.* Dimorphism in fungal plant pathogens// *FEMS Microbiology Letters*. 2008. V. 284. № 1. P. 127–134.

*Santangelo G.M.* Glucose Signaling in *Saccharomyces cerevisiae* // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2006. V. 70. № 1. P. 253–282.

*Sharoni A., Finkelshtein A.* Programmed Cell Death in Fungus–Plant Interactions // In: *The Mycota V. H. Deising (Ed.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. 2009. P. 221-236.

*Stiel J., Fox D.* Calcineurin Regulation in Fungi and Beyond // *Eukaryotic Cell*. 2008. V. 7. №. 2. P. 177–186.

*Wendland J.* Comparison of Morphogenetic networks of filamentous fungi and yeast // *Fungal Genetics and Biology*. 2001. V. 34. № 1. P. 63-82.

*Yong-Sun B., Xue C., Idnurm A., Rutherford J.C., Heitman J., Cardenas M.E.* Sensing the environment: lessons from fungi // *Microbiology*. 2007. V. 5. P. 57-69.

**Составитель:** д.б.н., проф. Т.А. Белозерская.