

## РЕГУЛЯЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МИЦЕЛИЯ *INONOTUS RHEADES* ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕТА

Т.Г. Горностай<sup>1</sup>, Ю.Б. Захаров<sup>2</sup>, Г.Б. Боровский<sup>1</sup>, Д.Н. Оленников<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия, [t.g.gornostay@yandex.ru](mailto:t.g.gornostay@yandex.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия, [contain@mail.ru](mailto:contain@mail.ru)

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук, Улан-Удэ, Россия, [olennikovdn@mail.ru](mailto:olennikovdn@mail.ru)

**Аннотация.** Выявлена регуляция химического состава с использованием искусственного освещения при культивировании мицелия *Inonotus rheades*. Свет оказывал воздействие на синтез лупановых тритерпенов, стирилпиранов и полисахаридов мицелия *I. rheades*.

**Ключевые слова:** *Inonotus rheades*, мицелий, регуляция светом, лупановые тритерпены, стирилпираны, полисахариды

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-1222-1224

Свет является определяющим фактором в жизнедеятельности нефотосинтезирующих организмов, в частности грибов. Свет оказывает непосредственное воздействие на морфологию, физиологию и биохимию грибов [Tisch, Schmoll, 2010]. Выявлено влияние света на рост и выход биомассы при культивировании мицелия и плодовых тел грибов [Поединок и др., 2007; Poyedinok et al., 2008; Wang et al., 2011; Mei et al., 2013], исследование химического состава показало регуляцию биосинтеза полисахаридов [Poyedinok et al., 2008; Hao et al., 2010; Mei et al., 2013], пигментов [Поединок и др., 2007; Glukhova et al., 2014], отмечено изменение биологической активности [Поединок и др., 2007; Hu et al., 2013].

Однако, несмотря на достаточный объем знаний в этой области, до сих пор не выявлено общих закономерностей ответных реакций грибов на воздействие света, что затрудняет работы по регуляции химического состава и требует осуществления подбора параметров индивидуально для каждого объекта. Таким образом, исследование влияния световых параметров на химический состав перспективных грибных объектов является актуальным. Ранее нами для мицелия и плодовых тел *Inonotus rheades* показано наличие выраженной антиоксидантной, бактериальной [Горностай и др., 2014], гликозидазной [Olennikov et al., 2017] активностей. В связи с этим целью исследования явилось изучение влияния света на химический состав мицелия *I. rheades*.

В работе был использован мицелий *I. rheades* штамм 0186, выращивание которого вели в стерильных камерах на древесных дисках *Betula pendula* при температуре 25 °С и различных условиях освещения (темнота/свет, разные диапазоны длины волн света – красный (625-630 нм), желтый (590-595 нм), зеленый (525-530 нм), синий (465-470 нм). В качестве источника освещения использовали цветные и белые (холодный белый) высокоэффективные трехкристальные светодиоды SMD-5050 (Рубикон, Барнаул, Россия). Мощность светового потока синего, зеленого и белого составляла 12,88 Вт/м<sup>2</sup>, красного, желтого 8,5 Вт/м<sup>2</sup>.

Анализировали химический состав фракций (Iг-01 – гексановой, Iг-03 – этилацетатной и Iг-05 – водной), полученных в ходе дробной экстракции чистой мицелиальной массы *I. rhodes*.

Химический анализ проводили с применением УФ-, ИК-, МС-, ЯМР-спектроскопии, а также ВЭЖХ.

Из гексановой фракции Iг-01 было идентифицировано три стерола (инотодиол, ланостерол, эргостерол пероксид) и шесть лупановых тритерпеноидов (бетулин, бетулиновая кислота, бетулон, бетулоновая кислота, бетулоновый альдегид, бетулиновый альдегид). Выявлен светозависимый синтез для мажорных лупановых терпеноидов – бетулина, бетулиновой кислоты и лупеола. Наибольшее количество бетулина в мицелии *I. rhodes* накапливается под действием синего света, бетулиновой кислоты при облучении желтым светом, а лупеола при облучении красным светом.

В этилацетатной фракции Iг-03 мицелия *I. rhodes* было обнаружено шесть стирилпиронов (транс- и цис-гиспидин, феллинины А1 и А2, транс-биснорянгонин, цис-биснорянгонин) и пять бис(стирилпиронов) (3,14'-бисгиспидинил, гифоломин В, 3-биснорянгонил-14'-гиспидин, 1,1-дистирилпирилэтан и реадинин). Согласно полученным данным доминирующим компонентом в составе был гиспидин, составляющий 2,33 мг/г от массы мицелия. Показан светозависимый синтез стирилпиронов в мицелии *I. rhodes*, наибольшее количество которых выявлено в мицелии, культивированном под воздействием синего света. Наблюдалось уменьшение количества стирилпиронов в мицелии при смещении освещения от синей к красной части спектра. Накопление стирилпиронов отсутствовало в темноте.

Водная фракция Iг-05 характеризовалась преимущественным содержанием водорастворимых полисахаридов (ВРПС). Iг-05 содержала 5 мажорных компонентов Iг-05ПС-1 – Iг-05ПС-5. Для мицелия *I. rhodes* оказался характерен светозависимый характер биосинтеза полисахаридов, при переходе от красного к синему типу света в ВРПС снижалось содержание фукозы и ксилозы, при этом концентрация маннозы и кислых моносахаридов повышалась.

Таким образом, использование искусственного света при культивировании мицелия *I. rhodes* дает возможность регуляции его химического состава для получения биологического материала с заданными свойствами, а также получения целевых веществ.

*Работа выполнена с использованием коллекций ЦКП «Биоресурсный Центр» СИФИБР СО РАН и приборов ЦКП «Биоаналитика» СИФИБР СО РАН.*

#### Литература

Горноста́й Т.Г., Чхенкели В.А., Пензина Т.А., Полякова М.С., Боровский Г.Б. Изучение антирадикальной и антимикробной активности водно-спиртовых экстрактов плодовых тел и мицелия *Inonotus rhodes* (Pers.) Bondartsev & Singer // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2014. – № 5 (99). – С.76–79.

Поединок Н.Л., Ефременкова О.В., Михайлова О.Б., Негрейко А.М. Биосинтетическая активность некоторых высших лекарственных грибов после световых воздействий // Успехи медицинской микологии. – 2007. – Т. 9. – С. 176–178.

Glukhova L.B., Sokolyanskaya L.O., Plotnikov E.V., Gerasimchuk A.L., Karnachuk O.V., Solioz M., Karnachuk R.A. Increased mycelial biomass production by *Lentinula edodes* intermittently illuminated by green light emitting diodes // Biotechnol. Lett. – 2014. – V. 36. – P. 2283–2289.

Hao J. Chen X., Lan J. Effect of light quality on growth and polysaccharides content of *Ganoderma lucidum* // China J. Chinese Mat. Medica. – 2010. – V. 35, I. 17. – P. 2242–2245.

Hu S.H., Wu C.Y., Chen Y.K., Wang J.C., Chang S.J. Effect of light and atmosphere on the cultivation of the golden oyster culinary-medicinal mushroom, *Pleurotus citrinopileatus* (higher Basidiomycetes) // Int. J. Med. Mushrooms. – 2013. – V. 15, I. 1. – P. 101–111.

Mei X.L., Zhao Z., Chen X.D., Lan J. Light quality regulation of growth and endogenous IAA metabolism of *Ganoderma lucidum* mycelium // China J. Chin. Mater. Med. – 2013. – V.12. – P. 1887–1892.

Olennikov D.N., Gornostay T.G., Penzina T.A., Borovskii G.B. Lupane triterpenoids and sterols from *Inonotus rheades* mycelium and its antiglycosidase activity // Chemistry of Natural Compounds. – 2017. – V. 53, I. 5. – P. 841–842.

Poyedinok N.L., Mykhailova O.B., Shcherba V.V., Buchalo A.S., Negriyko A.M. Light regulation of growth and biosynthetic activity of ling Zhi or Reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllphoromycetidae), in pure culture // Int. J. Med. Mushrooms. – 2008. – V.10, I. 4. – P. 369–377.

Tisch D., Schmoll M. Light regulation of metabolic pathways in fungi // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2010. – V. 85 – P. 1259–1277.

Wang L., Chen X., Wang Q., Hao J., Lan J. Effect of different light of LED light quality on growth and antioxidant enzyme activities of *Ganoderma lucidum* // China J. Chin. Mater. Med. – 2011. – V. 36, I. 18. – P. 2471–2474.

## REGULATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF MICELIA *INONOTUS RHEADES* UNDER THE ACTION OF LIGHT

T.G. Gornostai<sup>1</sup>, Y.B. Zaharov<sup>2</sup>, G.B. Borovskii<sup>1</sup>, D.N. Olennikov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, [t.g.gornostay@yandex.ru](mailto:t.g.gornostay@yandex.ru)

<sup>2</sup>Energy Systems Institute L.A. Melentyeva SB RAS, Irkutsk, Russia, [contain@mail.ru](mailto:contain@mail.ru)

<sup>3</sup>Institute of General and Experimental Biology of the Siberian Branch of the RAS, Ulan-Ude, Russia, [olennikovdn@mail.ru](mailto:olennikovdn@mail.ru)

**Abstract.** Using artificial illumination, the regulation of the chemical composition in the cultivation of the mycelium *Inonotus rheades* was revealed. Light influenced the synthesis of lupane triterpenes, styrylpyrones and polysaccharides in mycelium *I. rheades*.

**Keywords:** *Inonotus rheades*, mycelium, light regulation, lupane triterpenes, styrylpyrones, polysaccharides