

УДК 635.82:631

ОТБОР УСТОЙЧИВЫХ К ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШТАММОВ *PLEUROTUS PULMONARIUS* (FR.) QUÉL.

Ирина БАНДУРА, Елена МИРОНЫЧЕВА, Людмила КЮРЧЕВА
Таврический государственный агротехнологический университет, Украина

Abstract. The paper presents the study of the technological parameters of 7 strains of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) QuéL cultivated under the temperatures above 20°C. As a result, a promising strain was selected for its production in the growing conditions on the territory of Ukraine in the summer period. It was found that, taking into consideration such factors as the speed of reaching the technological maturity and biological efficiency, and for the purpose of industrial cultivation at the temperatures above 20°C, the sample recording the best productivity is the strain 2314 from the collection of blewits of Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine. This strain recorded the maximum speed of technological maturity. The morphogenesis of the fruiting bodies in this variant was very rapid. The first mushrooms that have reached technological maturity were collected on the eleventh day after substrate inoculation. The duration of the of fruiting cycle - $2,5 \pm 0,3$ days. Biological efficiency (ratio of the mass of fresh mushrooms at the stage of technological maturity to the absolutely dry weight of the substrate according to the results of the first wave of fruiting) was of 62%.

Key words: *Pleurotus pulmonarius*; Biological efficiency; Technological maturity; Fruiting cycle length

Реферат. Исследованы технологические показатели 7 штаммов вешенки легочной *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Куїл при культивировании в температурных условиях свыше 20°C. В результате проведен отбор перспективного штамма для возможной интродукции в производственные условия культивирования на территории Украины в летний период. Установлено, что, учитывая факторы скорости наступления технологической зрелости и биологической эффективности, для промышленного культивирования при температуре свыше 20°C наиболее перспективным с точки зрения максимальной продуктивности является штамм 2314 из коллекции культур шляпочных грибов Института ботаники им. М.Г.Холодного НАН Украины. У данного штамма зафиксирована максимальная скорость технологической зрелости. Процесс морфогенеза плодовых тел в данном варианте был очень быстрым. Первые сростки, достигшие технологической зрелости, были собраны на одиннадцатые сутки с момента инокуляции субстрата. Длительность волны плодоношения – $2,5 \pm 0,3$ дня. Биологическая эффективность (отношение массы свежих грибов на стадии технологической зрелости к абсолютно сухой массе субстрата по результатам первой волны плодоношения) – 62%.

Ключевые слова: *Pleurotus pulmonarius*; Биологическая эффективность; Технологическая зрелость; Длительность волны плодоношения

ВВЕДЕНИЕ

Развитие украинского грибоводства по пути интенсификации производства предполагает наличие непрерывного технологического цикла на протяжении всего календарного года. Но особенности поддержания климатических параметров культивационных камер на необходимом уровне в период с мая по сентябрь в Юго-восточной зоне Украины требуют увеличения расходов на охлаждение (Дворинина, А.А. 1990). Как следствие, повышается себестоимость грибной продукции, что на фоне сезонного уменьшения потребления грибов делает грибной бизнес убыточным. Опыт европейских стран, например, испанской компании *Champinter*, подсказывает, что переход на культивирование устойчивых к высокой температуре видов вешенки может обеспечить рынок необходимым количеством свежих грибов летом без увеличения производственных расходов. Перспективными для выращивания в высокотемпературных режимах (свыше 20°C) являются штаммы известного вида легочной вешенки – *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) QuéL., популярной как в Азии, так и европейских странах (Stamets, Paul 2000).

Целью настоящего исследования явился отбор и определение технологических параметров штаммов вешенки легочной *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) QuéL для возможной интродукции в производственные условия культивирования на территории Украины в летний период.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом изучения стали 7 штаммов: контроль – НК-35 *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr) Kumm (Венгрия, Силван), опытные – 2314 *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quil. из коллекции культур шляпочных грибов (ИБК) Института ботаники им. М.Г.Холодного НАН Украины и PSUMCC 537, 668, 694, 707, 708 *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quil. из коллекции Университета штата Пенсильвания, США. Посевной зерновой исследуемых штаммов был получен в соответствии с требованиями ТУ У 01.1-32002344-001:2008 на смеси зерновых носителей овес-просо-пшеница (1/1/1).

Субстрат для проведения испытаний был получен методом аэробной твердофазной ферментации в высоком слое (Бисько, Н.А., Дудка, И.А. 1987; Бухало, А.С. 1990; Заикина, Н.А., Коваленко, А.Е., Галынкин, В.А. и др. 2007) и имел следующие технологические характеристики: влажность 74,44 %, рН=8,65, содержание общего азота 0,70 %, зольность 6,66 %, отношение С/Н = 69/1, микробиологический показатель $(1,37 \pm 0,08) \times 10^6$ КОЕ на 1 г субстрата.

Субстратные блоки имели следующие технологические показатели: процент внесения мицелия $2,5 \pm 0,5$ %, средняя масса блока 9740 ± 260 г, диаметр 22 ± 1 см, высота 75 ± 3 см, плотность $0,33 \pm 0,07$ г/см³. Блоки были распределены в камере культивирования таким образом, чтобы обеспечить ламинарные потоки воздуха в зонах плодоношения. Климатические параметры культивационных камер поддерживались системой постоянной вентиляции и увлажнения воздуха в режиме температуры на уровне $24 \pm 5^\circ\text{C}$, влажности на уровне 90 ± 5 %, при этом содержание углекислого газа в воздухе камеры в период плодоношения не превышало 0,12 %. Допускалось снижение температуры до $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в период плодообразования. Начиная с десятых суток инкубирования субстрата, световой режим поддерживался на уровне 1500 люкс (Environmental directorate 2005; Chang, S. T., Miles, P.G. 2004). Биологическую эффективность (БЭ) устанавливали по отношению массы свежих грибов на стадии технологической зрелости к абсолютно сухой массе субстрата по результатам первой волны плодоношения (Иванов, А.И. 1989).

Скорость технологической зрелости (ТЗ) определяли для каждого субстратного блока на момент достижения плодовыми телами качественных показателей. Длительность волны плодоношения фиксировали датой окончания сбора урожая на каждом отдельном блоке. Объем выборки составил не менее 10 блоков, что эквивалентно $97,4 \pm 2,6$ кг субстрата для каждого варианта. Массу, размеры сростков и отдельных плодовых тел (ПТ) определяли в сростках, достигших технологической зрелости. Были сняты показатели со всех полученных сростков. Объем выборки для плодовых тел составил не менее 80 вариантов. Статистическую обработку проводили с помощью пакетов программ Microsoft Office Excel 2010, Stat Soft Statistika 6.0, программы статистической обработки результатов биологических экспериментов Ю.Г. Приседского (1999) и программно-информационного комплекса "Agrostat New" (Ушкаренко, В.О., Вожегова, Р.А., Голобородько, С.П., Коковіхін, С.В. 2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Во время инкубации субстрата существенных различий в характере вегетативного роста мицелия в вариантах исследования не обнаружено. На вторые сутки отмечали переход вегетативного мицелия на субстрат во всех вариантах опыта. На третьи сутки инкубации диаметр колоний, образованных вокруг единичных зерен посевного зернового мицелия, составлял в среднем 5 ± 2 см. Вегетативный мицелий штамма 2314 образовывал визуально более тонкие гифы, в сравнении с другими штаммами. Гифы штамма НК-35 *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr) Kumm, напротив, были плотными и тяжистыми. На 7 сутки отмечена полная колонизация субстратных блоков вегетативным мицелием, причем во всех вариантах, кроме 2314, блоки приобретали ярко-белую окраску с единичными прозрачными каплями метаболической жидкости в подпленочной области. Субстратные блоки в варианте 2314 имели серовато-белое окрашивание. На десятые сутки инкубации субстрата в варианте НК-35 наблюдали образование плотной массы воздушного мицелия в подпленочной области. За время проведения опыта (40 дней) в данном варианте процесс плодообразования не наступил. В варианте 2314 на десятые сутки в перфорациях отмечено образование примордиальных валиков. Процесс морфогенеза плодовых тел в данном варианте был очень быстрым. Первые сростки, достигшие технологической зрелости, были собраны на одиннадцатые сутки с момента инокуляции субстрата.

Сводные показатели технологической зрелости и длительности волны плодоношения представлены в таблице 1. (Данные по плодоношению штамма НК-35 *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr) Kuntz в условиях высокотемпературного культивирования отсутствуют.)

Таблица 1. Скорость наступления технологической зрелости и длительность волны плодоношения штаммами *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél при высокотемпературном культивировании

Штамм	Технологическая зрелость, сутки		Длительность волны плодоношения, сутки	
	Среднее \pm ст. ошибка	К вариации	Среднее \pm ст. ошибка	К вариации
537	20,1 \pm 1,4	0,22	9,9 \pm 1,9	0,61
668	13,3 \pm 0,2	0,04	2,4 \pm 0,2	0,29
694	26,6 \pm 0,8	0,11	2,3 \pm 1,0	1,65
707	27,4 \pm 0,2	0,02	1,1 \pm 0,1	0,31
708	28,1 \pm 1,0	0,11	2,1 \pm 0,7	0,99
2314	12,4 \pm 0,3	0,08	2,5 \pm 0,3	0,34

Максимальная скорость технологической зрелости зафиксирована у штамма 2314, минимальная у штамма 708. Анализ общего технологического цикла первой волны плодоношения показал, что штаммы 2314 и 668 обладают самым коротким технологическим циклом, который фактически в 2 раза короче в сравнении с другими вариантами опыта.

Анализ коэффициента вариации скорости технологической зрелости (все варианты ниже 0,3) показал, что процесс морфогенеза в каждом из вариантов начинался практически одновременно на всех субстратных блоках исследуемой выборки. Это имеет большое значение для промышленного производства грибов, так как позволяет четко регулировать изменение климатических параметров в камерах выращивания при переходе от стадии инкубации к стадии плодообразования.

Длительность волны плодоношения (ДВП) также имеет важный технологический аспект. Эффективность процесса сбора обеспечивает короткий период волны, который мы наблюдали у всех штаммов, за исключением штамма 537. Короткий период плодоношения уменьшает трудозатраты сборщиков и сокращает расходы на поддержание климатических параметров камер в режиме усиленной вентиляции. Для штамма 537 показатель ДВП в 4 раза выше по сравнению со штаммами 2314, 708, 694, 668 и в 9 раз по сравнению со штаммом 707. Штамм 707 имел самый низкий показатель ДВП.

Биологическая эффективность исследуемых штаммов по результатам первой волны плодоношения представлена на рисунке 2.

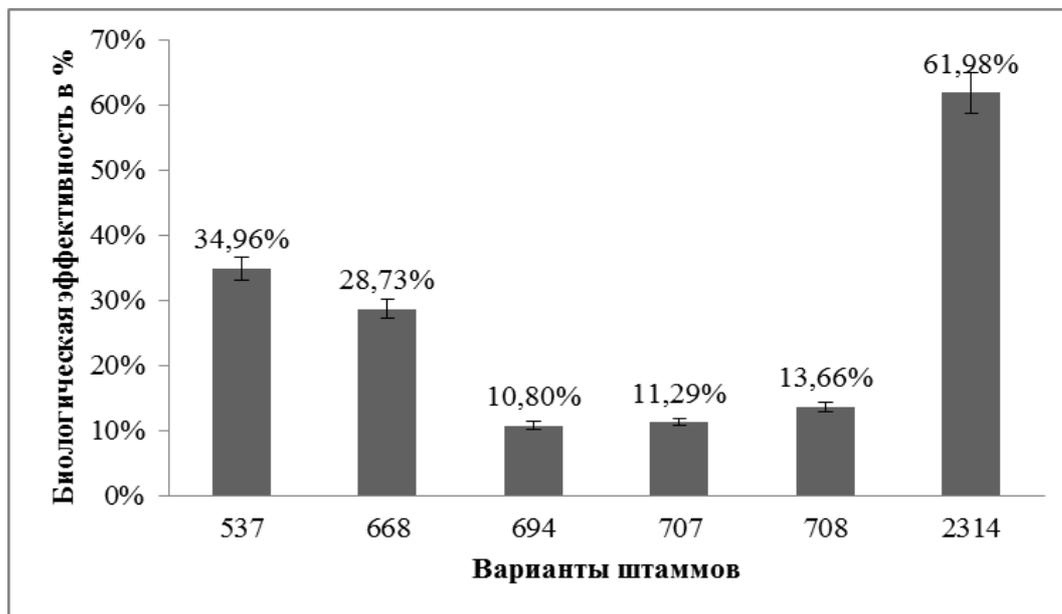


Рисунок 2. Биологическая эффективность штаммов *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. при высокотемпературном культивировании

Полученные данные говорят о низкой биологической эффективности изученных штаммов, за исключением штамма 2314. Так, показатель БЭ штамма 2314 в 1,8 раза выше, чем у штамма 537, в 2,2 раза выше в сравнении со штаммом 668, в 5,7 раз в сравнении со штаммом 694, в 5,5 раза – с 707 и в 4,5 раза – с 708.

Проведенные исследования и анализ предварительно полученных данных позволил определить отсутствие значимой корреляции между биологической эффективностью штаммов и морфологическими параметрами ростков и плодовых тел.

ВЫВОДЫ

Таким образом, благодаря комплексной оценке технологических показателей для промышленного культивирования при температуре свыше 22°C (летние условия) установлено, что наиболее перспективным с точки зрения максимальной продуктивности является штамм 2314 из коллекции культур шляпочных грибов (ИВК) Института ботаники им. М.Г.Холодного НАН Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. CHANG S.T., MILES P.G., 2004. Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. 2nd ed. CRC Press LLS. 452 p. ISBN 0-8493-1043-1.
2. Consensus document on the biology of *Pleurotus spp.* (Oyster mushroom). Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology No. 34, 21-Oct-2005. Available from: <http://www.oecd.org/science/biotrack/46815828.pdf>
3. STAMETS, Paul, 2000. Growing gourmet and medicinal mushrooms. 3rd ed. ed. Berkeley: Ten Speed Press. 614 p. ISBN 978-1580081757.
4. БИСЬКО Н.А., ДУДКА, И.А., 1987. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. Киев: Наукова думка. 148 с.
5. БУХАЛО, А.С., 1990. Сучасні тенденції культивування грибів із роду *Pleurotus*. В: Український ботанічний журнал, №47, с. 101-104.
6. ДВОРИНИНА, А.А., 1990. Базидиальные съедобные грибы в искусственной культуре. Кишинев: Штиинца. 111 с.
7. ЗАЙКИНА, Н.А., КОВАЛЕНКО, А.Е. и др., 2007. Основы биотехнологии высших грибов, учебное пособие. СПб. 303 с.
8. ИВАНОВ, А.И., ГАРИБОВА, Л.В., 1989. Методика оценки урожайности новых штаммов *Pleurotus ostreatus* (Lacq.: Fr.) Kumm. В: Микология и фитопатология, т. 23, вып. 5, с. 485-487.
9. ПРИСЕДСКИЙ, Ю.Г., 1999. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. Донецьк: Кассиопея. 210 с.
10. УШКАРЕНКО, В.О., ВОЖЕГОВА, Р.А., ГОЛОБОРОДЬКО, С.П., КОКОВИХІН, С.В., 2013. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія. Херсон: Айлант. 378 с.

Data prezentării articolului: 26.03.2014

Data acceptării articolului: 25.09.2014