

И. Зубарева,

к.тех.н., доцент

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,

e-mail: zubareva95@bk.ru

Н.Митина,

к.тех.н., доцент кафедры охраны труда и БЖД

Украинский государственный химико-технологический университет,

e-mail: natalimitina_68@mail.ru

С. Гармаш,

к.с-г.н., доцент кафедры охраны труда и БЖД

Украинского государственного химико-технологического университета,

e-mail: svgharmash@ukr.net

БИОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ КАК ОБЪЕКТОВ БИОТЕХНОЛОГИИ

Различные виды грибов издавна находят широкое практическое применение. Съедобные грибы (белые, сыроежки, грузди и др.) употребляют в пищу, но только после обработки. Наиболее ценный гриб французский черный трюфель, для него характерен привкус прожаренных семечек или грецких орехов. Этот гриб является деликатесом, он растет в дубовых и буковых рощах, главным образом в Южной Франции и Северной Италии. В пищевой промышленности различные дрожжевые культуры применяют в хлебопечении, для приготовления спиртных, молочнокислых напитков (вина, водки, пива, кумыса, кефира), а плесневые культуры – для изготовления сыров (рокфор, камамбер), соевого соуса (*Aspergillus oryzae*), а также некоторых вин (херес). Иногда грибы используют как источник галлюциногенов (мухоморы). Грибы и препараты из них широко применяют в медицине. Некоторые виды грибов продуцируют важные вещества, в том числе антибиотики – пенициллы и др. В списке официальных препаратов содержатся многочисленные препараты из таких грибов, как чага, спорынья. В восточной медицине используют цельные грибы – рейши (ганодерма), шиитаке и др. Однако, известно, что некоторые грибы оказывают и отрицательное воздействие. Обнаружено большое количество разнообразных патогенных грибов, вызывающих заболевания растений, животных и человека. Грибы-древоразрушители вызывают быструю деструкцию деревьев и древесных материалов, поэтому рассматриваются как патогенные. Но в природе наблюдаются и симбиотические отношения между грибами и растениями. В этом случае гриб, как гетеротрофный организм получает от дерева готовые органические соединения, а минеральные вещества, находящиеся в почве, переводит в доступную для поглощения форму и обеспечивает дерево большей поверхностью всасывания. Отдельные представители плесневых грибов существенно снижают урожай сельскохозяйственных культур. Так, многие грибы способны к взаимодействию с другими организмами посредством своих метаболитов или прямо инфицируя их. Применения сельскохозяйственных пестицидных препаратов, полученных на основе некоторых подобных грибов, рассматривается как возможность управления размерами популяций вредителей сельского хозяйства, таких, как насекомые, нематоды и др. В качестве биопестицидов (препарат боверин) используют, например, энтомопатогенные грибы. Мухомор издавна применялся как исектицид.

В биотехнологии в качестве объектов широко используются и высшие съедобные базидиомицеты (*Basidiomycetes*), которые формируют, в большинстве случаев, хорошо организованные, крупные плодовые тела. Мицелий у базидиальных грибов многоклеточный септированный, для них характерно образование базидий, несущих

базидиоспоры. Данный класс включает подавляющее большинство грибов, употребляемых человеком в пищу, а также ядовитые грибы и многие грибы, паразитирующие как на культурных, так и на диких растениях. Всего насчитывается свыше 30 тыс. видов базидиальных грибов. В культуру же введены немногочисленные представители высших съедобных базидиомицетов: виды рода *Agaricus*: шампиньон двуспоровый – *Agaricus bisporus*, шампиньон двукольцевой – *Agaricus bitorquis*; шиитаке (шиитакэ) – *Lentinus edodes*, опенок зимний – *Flammulina velutipes*, вольвариелла вольвовая – *Volvariella volvacea*, кольцевик – *Stropharia annulata*, а также некоторые виды рода *Pleurotus* [1]. Указанные виды культивируют как экстенсивным, так и интенсивным способами, прежде всего для получения плодовых тел, как источника ценного пищевого белка.

Таким образом, искусственное выращивание съедобных грибов способно внести существенный вклад в дело обеспечения продовольствием все увеличивающегося населения земного шара. За последние десять лет производство грибов в мире увеличилось вдвое и достигло 12 млн. тонн. Наиболее легко поддаются искусственному выращиванию древоразрушающие грибы, например вешенки. По общим объемам производства виды рода вешенка занимают второе место в Европе после шампиньонов [2]. Род вешенка представлен 39 видами, девять из которых являются объектами промышленного культивирования в различных странах Европы, Азии и Америки: *P. ostreatus*, *P. pulmonarius*, *P. eous*, *P. flabellatus*, *P. sajor-caju*, *P. cystidiosus*, *P. eringii*, *P. cornucopiae*, *P. cythinopileatus*. Все культивируемые виды, кроме *P. eryngii* – являются сапрофитами и растут на отмерших частях листовых и хвойных деревьев. *P. eryngii* – представитель степной зоны, растет на корнях растений семейства *Asteraceae* и способен переходить от сапрофитного типа питания к паразитизму.

Наиболее популярным среди культивируемых видов вешенки является *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная или вешенка устричная), поскольку обладает рядом существенных преимуществ перед другими видами: высокая скорость развития мицелия; значительная конкурентоспособность к посторонней микрофлоре; способность утилизировать из разнообразных растительных отходов сельского хозяйства и лесоперерабатывающей промышленности различные углеродсодержащие соединения, в том числе и такие труднодоступные, как целлюлоза и лигнин; относительная простота культивирования всех видов вешенки; гибкость технологии, т. е. возможность выращивать плодовые тела в подвалах, теплицах, вне помещений, экстенсивным или интенсивным способом; возможность использования отработанного субстрата в качестве удобрения или корма для сельскохозяйственных животных. Одним из немногих существенных недостатков вешенки является способность спор гриба вызывать аллергические реакции у людей, но данный биологический опасный фактор у биообъекта *Pleurotus ostreatus* устраняется различными способами: при выращивании вешенки в теплицах грибы собирают в фазе активного плодообразования, не выдерживая их до фазы спорообразования, предупреждая таким образом распространение спорового материала; другой способ – это селекция промышленных штаммов вешенки по признаку отсутствия спор.

Пищевая ценность вешенки объясняется химическим составом мицелия (г/100 г): белки – 10,5 - 20, углеводы – 60 - 75, липиды – 1 - 7,2, клетчатка – 7,5. Известно, что биологическая ценность грибных белков ниже, чем животных. Но, несмотря на это белки грибов являются полноценными по аминокислотному составу, то есть содержат все незаменимые аминокислоты. Белки вешенки особенно богаты лизином и триптофаном. В мицелии присутствуют микро - и макроэлементы (мг/100 г): калий - 3793, фосфор - 1800, натрий – 158 - 837, кальций – 180 - 293, магний – 136 - 590, железо – 5 - 33, медь – 1,9 - 2,2, цинк – 3,7 - 9,1, марганец – 1,3 - 3,6, кобальт – 0,2 - 0,4, селен – 1,5 - 10,5, йод и др [3]. Энергетическая ценность съедобных грибов, в том числе и вешенки невысокая и составляет 317 – 367 ккал на 100 г продукта, что позволяет отнести вешенку к

диетическим низко калорийным продуктам. Содержатся в мицелии вешенки также органические кислоты, ферменты, витамины. Количество витаминов в мицелии соответствует таковому в мясопродуктах, а по содержанию пантотеновой кислоты вешенка превосходит овощи, фрукты, мясо, молоко и рыбу. По наличию биотина вешенка считается один из самых богатых этим витамином продуктом (8-76 мкг/100 г). По количеству витамина РР, который улучшает кровообращение, препятствует возникновению тромбов в сосудах и улучшает работу печени, кишечника, вешенке нет равных среди культивируемых грибов. Кроме указанных витаминов, в плодовых телах вешенки содержатся витамины С, D₂, Е [4].

Сферы практического использования *Pleurotus ostreatus*, как биобезопасного объекта биотехнологии продолжают расширяться. Так, разработаны технологии глубинного культивирования гриба на жидких питательных средах различного состава с целью получения мицелиальных биомасс как кормового, так и пищевого назначения [3]. На основе культуральной жидкости и глубинного мицелия вешенки возможно получение биологически безопасных препаратов различных биологически активных веществ (аминокислоты, витамины, ферменты), белоксодержащих препаратов, биосорбентов, пищевых волокон и др. Предлагается также получать на основе зернового мицелия вешенки функциональные добавки для производства хлебобулочных изделий, что расширяет ассортимент полезных для здоровья продуктов питания. Основное же направление прикладной микологии на сегодняшний день – производство плодовых тел. При выращивании гриба интенсивным способом и соблюдении оптимальных условий удастся собирать не менее трех волн урожая вешенки. Несмотря на это процесс получения плодовых тел стремятся интенсифицировать [3 – 5]. С этой целью некоторые авторы предлагают вносить в состав питательного субстрата стимуляторы роста растений химического происхождения (гетероауксины и т.п.). Авторы данной работы считают такой способ интенсификации недопустимым, поскольку плодовые тела из экологически чистого и биологически безопасного продукта питания становятся *потенциальным источником опасности для потребителей подобной продукции*. Объясняется такое «преобразование» коротким циклом развития гриба. Примордии (зачатки плодовых тел) формируются на вегетативном мицелии, развившемся на субстрате, содержащем опасные добавки, которые могут легко проникать в репродуктивный мицелий и накапливаться в плодовых телах. Способность грибов аккумулировать вредные вещества подтверждается их природными свойствами [1].

Так, известно, что съедобные грибы, собранные в естественных местах их обитания вызывают отравления у людей, при попадании в ареал распространения грибов токсичных веществ. Важность данного вопроса объясняется и тем фактом, что выращивание съедобных грибов в промышленных масштабах позволяет хотя бы частично устранить риски ежегодного массового отравления населения грибами, собранными в естественных условиях.

Таким образом, интенсификация процесса плодоношения возможна, но биологически безопасными как для потребителей, так и для производителей продукции способами: селекцией промышленного штамма по определенным признакам, оптимизацией условий культивирования, введением в состав твердофазного субстрата жом, патоки, отрубей, соевого шрота, минеральных добавок, повышающих качество питательную ценность плодовых тел.

Список использованных источников

1. Мюллер Э., Леффлер В. Микология. – М. : Мир, 1995. – 383 с.
2. Украина: Рынок культурных грибов. Исследование рынка. – Киев : ИК «ПроАгро», 2011. – 125 с.
3. Zubareva I. M., Mitina N. B., Vasilkova A. V. Dependence of the biosynthetic ability of the producers of biologically active substances on quality of nutrient medium and substratum // Food and environment safety, Suceava (Romania), 2014 - V. XI11, Issue 1, pag. 60 – 67.

4. Патент РФ № 2183056, МПК А 01 G 1/04 «Способ стимуляции роста культуры вешенки обыкновенной», Евдокимова О.А., Польских С.В., Аксеновская В.Е., Кашапова Л.А., Манешин В.В., Усачева Р.В.: - опубл. 10.06.2002.

5. Пат. 104231 Україна МПК А 01 G 1/04 «Спосіб підвищення врожайності *Pleurotus ostreatus*», Митина Н.Б., Зубарева И.М.: - № 20150209, заявл.23.03.2015, опубл. 25.01.2016, Бюл. № 2 – 5 с.