

УДК 635.82 : 631.81.036

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СПОСОБІВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СУБСТРАТІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КСИЛОТРОФНИХ ГРИБІВ

**О.С. Мироничева**, кандидат сільськогосподарських наук

**І.І. Бандура**, аспірант\*

Таврійський державний агротехнологічний університет

---

*Досліджено мікробіологічні показники та врожайність субстрату за різних способів термічної обробки на прикладі гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kunt). Встановлено, що найвищу врожайність забезпечує технологія аеробної ферментації в камерах до 5 тонн, яка дає можливість знизити собівартість продукції та пристосувати технологічний процес до вимог малого і середнього бізнесу*

**Ключові слова:** субстрат, глива звичайна, термічна обробка, мікроорганізми, врожайність

Потреба в екологічно чистих технологіях при переробці лігнін-целюлозної сировини наприкінці ХХ ст. стимулювала розвиток біоконверсії рослинних відходів шляхом використання культур їстівних грибів [6]. За даними Ц. Ранчевої головним завданням при інтенсивному культивуванні будь-якого виду їстівних грибів є очищення субстратного матеріалу від шкідливих речовин, знищення патогенних мікроорганізмів та шкідників, створення елективного субстрату, придатного для розвитку культивованого гриба і непридатного для конкурентів: мікроскопічних грибів та мезофільних бактерій [10].

Одним з основних елементів технології приготування субстрату вважається термічна обробка, яка забезпечує загибель більшості мікроорганізмів, часткове руйнування оболонок рослинних клітин та перехід біополімерів у доступнішу для

---

\*Науковий керівник - кандидат сільськогосподарських наук О. С. Мироничева

міцелію гриба форму [7]. Відомий спосіб обробки субстратів гарячою водою, термообробка нагріванням до 60-80°C та поступове охолодження, стерилізація маси в замкнутій системі [1], але в останні роки все більшої уваги надають методу аеробної ферментації в спеціальних камерах, який дозволяє при відносно низьких енерговитратах створювати субстрат високої якості [8]. Відмінність цього методу від тунельної підготовки субстрату полягає в тому, що всі технологічні етапи відбуваються в камері: зволоження, ініціація росту мікрофлори, пастеризація і ферментація. Це складний процес, важливе значення в якому має первинна мікробіологічна якість сировини [2].

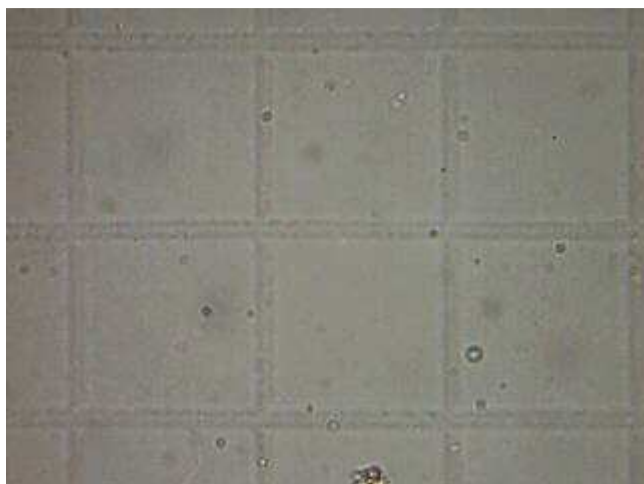
Загалом грибовиробні господарства виготовляють від 1 до 5 тонн субстрату за один технологічний цикл примітивнішими методами: термообробка парою та гарячою водою. Але в останні роки ферментація стала основним способом промислового вирощування гливи звичайної в Європі і Україні.

За даними Н.А. Бісько, І.О. Дудки при вивченні різних методів підготовки субстрату для інтенсивного культивування *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm найвищу врожайність на пшеничній соломі можна отримати при проведенні ферментації. Селективність субстрату при цьому способі обробки зумовлена діяльністю термофільних бактерій, здатних утворювати спори, значну частину популяції яких становлять бактерії роду *Bacillus*. Завдяки їх метаболізму утворюються вітаміни, гетероауксини, покращується азотне та вуглеводне живлення, знижується конкурентоздатність мікроскопічних грибів, конкурентів *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm [3].

**Мета наших досліджень** полягала у вивченні мікробіологічних показників та врожайності субстрату за термічної обробки різними способами на прикладі *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.

Дослідження проводили впродовж 2006-2009 рр. на підприємствах з виробництва гливи звичайної у Дніпропетровській, Донецькій, Луганській та Запорізькій областях, які працюють за такими технологіями: стерилізація маси парою в замкнутій системі, пастеризація гарячою водою та аеробна ферментація в камерах. Відбір та підготовку зразків субстрату здійснювали за методикою

агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів і субстратів. Для аналізу кількості мікроорганізмів брали співвідношення субстрату та дистильованої води 1:5. Час взаємодії – 15 хв при збовтуванні на ротаторі [9]. Для визначення кількості клітин використовували камеру Горяєва методом прямого спостереження з об'єктивом 40 х [11]. Урожайність визначали у відсотках на одиницю маси субстрату обліковим методом. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за Б.А. Доспеховим [5] на комп'ютері ATHLON 2600+ за програмою MS Excel 2003.



а



б



в



г



д - тунель



є - камера

**Рис. Кількість клітин мікроорганізмів у змивах субстратів методом прямого спостереження з об'єктивом 40 х: а, б – стерилізація в масі в замкнутій системі; в, г – обробка гарячою водою; д, є – аеробна пастеризація при температурі 65-70°C.**

**Результати дослідження.** Технологія стерилізації маси в замкнутій системі або ксеротермія базується на повному усуненні конкурентних мікроорганізмів. На рисунку показано титр мікроорганізмів у змиві такого субстрату в першу (а) та другу доби. На рис. (б) спостерігається ріст генерації дріжджових клітин, що зазвичай свідчить про наявність у субстраті вільних моносахаридів. Такі субстрати потребують стерильних умов інокуляції та інкубації, вимогливі до якості міцелію. Кількість бактеріальних клітин у межах  $6,5 \times 10^4 \pm 2,7 \times 10^4$  КУО/мл характеризує якісний субстрат, коли втрати з причин контамінації не перевищують 2%. Такі самі показники були в якісних субстратів, виготовлених за технологією гідротермії (обробка сировини гарячою водою температурою від 60 до 100°C). Це одна з енергоємних технологій, основними недоліками якої є перезволоження та вимивання корисних речовин з субстрату. Анаеробні умови та нестабільні температурні режими, характерні для цієї технології, призводять до розвитку як термофільної, так і мезофільної мікрофлори. Різноманітність бактерій, їх загальна кількість (рис. в і г в межах

$5,72 \times 10^5 \pm 2,83 \times 10^5$ /мл) є показником неякісного субстрату з втратами за контамінацією до 17,5%.

Аеробна ферментація базується на виробництві елективного субстрату, з достатньою кількістю однорідних термофільних мікроорганізмів, які в більшості представлені бактеріями роду *Bacillus* [1, 7] в межах від  $1,5$  до  $2,0 \times 10^6 \pm 0,65 \times 10^6$  КУО/мл. Такий субстрат заселяється міцелієм культивованого гриба за 5-6 діб при стандартному виробництві блоків масою від 10 до 12 кг. Елективність субстрату є біологічним захистом від забруднення конкурентними мікроорганізмами. При ферментації в наслідок метаболізму аеробних бактерій рН субстрату підвищується до 7,8-8,2. Цей фактор забезпечує додатковий хімічний захист. Впродовж всіх років спостережень ферментовані субстрати, які мали вищезазначені показники втрачали в зв'язку з контамінацією не більше 1%.

Дисперсійний аналіз результатів досліджень показав вірогідність різниці між роками спостережень та технологіями обробки субстрату. Найвища врожайність за роками спостерігалася при обробці субстрату способом аеробної ферментації, найнижча – при стерилізації парою (табл.).

**Динаміка врожайності гливи звичайної за різних способів обробки субстрату, %.**  $M \pm m$ ,  $n=5$ , (2006-2009 рр.)

Рік спостереження	Спосіб термічної обробки субстрату			НСР <sub>0,95</sub>
	стерилізація маси	обробка гарячою водою	аеробна ферментація	
2006	17,25 ± 1,50	20,00 ± 2,00	22,00 ± 1,73	4,25
2007	15,00 ± 0,41	16,67 ± 1,53	20,00 ± 1,73	2,34
2008	15,50 ± 1,00	20,67 ± 1,15	22,30 ± 1,52	1,91
2009	14,00 ± 1,15	15,00 ± 0,50	18,08 ± 0,66	0,98
Середньорічна	15,44 ± 0,46	18,08 ± 0,63	20,60 ± 0,51	0,99
НСР <sub>0,95</sub>	1,89	3,15	2,83	6,21

Мінливість за роками для термічної стерилізації маси становила 61%, за обробки гарячою водою - 81%, а для аеробної пастеризації - 66%. Ефективність пастеризації була близькою до стерильної обробки, на яку первинна якість сировини особливо не впливала. Мінливість врожайності гливи звичайної «Наукові доповіді НУБіП» 2011-7 (23) [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_7/11mospx.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11mospx.pdf)

зумовлювалась особливостями технології термічної обробки субстратів на 55%. Значення відносної похибки між технологіями обробки субстратів за роками становила 10,9%, що свідчить про значну точність досліду.

### **Висновки**

1. Найбільшу врожайність забезпечувала технологія аеробної ферментації в камерах.

2. Можливість проведення ферментаційного процесу з масою субстрату від 1 до 5 тонн дає змогу фермерам значно знизити собівартість грибної продукції і пристосувати технологічні процеси до вимог малого та середнього бізнесу.

3. Комплексний підхід до аналізу якості субстрату (визначення мікробіологічних, фізичних та біохімічних показників) дає змогу спланувати технічні вимоги до інокуляції та параметрів подальшої його інкубації. Враховуючи різницю у кількісному та видовому різноманітті мікроорганізмів, що розвиваються при термічній обробці, виникає необхідність глибшого вивчення цього питання.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Анненков Б.Г. Использование *Bacillus cereus* в создании качественных избирательных субстратов для интенсивного культивирования вешенки обыкновенной [Электронный ресурс] / Б.Г. Анненков, В.А. Азарова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2008. – №2. – 12 с. – Режим доступа до журн. : <http://www.dalgau.ru/images/doc/vestnik/vestnik2-08/Annenkov-Azarova.pdf>

2. Бандура И. И. Формирование качества ферментированного субстрата для культивирования ксилотрофных базидиомицетов [Электронный ресурс] / И. И. Бандура, Е.С. Миронычева // Иммунопатология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – №1. – 239с. – Режим доступа до журн.: <http://www.immunopathology.com/ru/article.php?carticle=186>

3. Бисько Н.А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка / Н.А. Бисько – К.: Наук.думка. 1987. – С.106, 110.

4. Дворнина А.А. Базидиальные съедобные грибы в искусственной культуре / А.А. Дворнина. – Кишинев, Штиинца, 1990. – С.62.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки материалов исследований). – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Дудка І.О., Бісько Н.А., Митропольская Н.Ю. Біоконверсія відходів заготівні та переробки лісу в Україні./ І.О. Дудка, Н.А. Бісько, Н.Ю. Митропольская // Екологічний вісник, 2004. – № 4. – С. 11–13.
7. Н. А. Заикина Основы биотехнологии высших грибов / Н. А. Заикина, А.Е Коваленко, В.А Галынкин и др. – СПб: Проспект науки, 2007. – С.129.
8. Капич А.Н. Аэробная ферментация субстрата для выращивания вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* (JACQ.: FR.) KUMM. с участием бактерий рода *Bacillus* / А.Н. Капич, Л.Т. Мишин // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32, вып. 5. – С. 61–66.
9. Методика агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів та особливості застосування добрив: за ред. Д.М. Бенцаровського, С. І. Мельника, О. Г. Тараріко, В. А. Жилкіна. – К. : ДІА, 2005. – С. 27.
10. Ранчева Ц. Интенсивное производство шампиньонов. / Ц. Ранчева – М. : Агропромиздат, 1990. – С.23.
11. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: Учеб. пособие / Под ред. Н. С. Егорова. – М. : Изд-во МГУ, 1995 – С. 117.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СУБСТРАТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ**

**Миropyчева Е.С.**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Бандура И.И.**, аспирант\*

*Исследованы микробиологические показатели и урожайность субстрата при разных способах термической обработки на примере вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kunt). Установлено, что наибольшую урожайность обеспечила технология аэробной ферментации в камерах до 5*

тонн, что дает возможность снизить себестоимость продукции и приспособить технологический процесс к условиям малого и среднего бизнеса.

**Ключевые слова:** субстрат, вешенка обыкновенная, термическая обработка, микроорганизмы, урожайность.

## **COMPARISON OF HEAT TREATMENT METHODS OF SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF XYLOTROPHIC MUSHROOMS**

**Myronycheva O.S.**, candidate of agricultural science

**Bandura I.I.**, graduate student\*

*It was studied the microbiological quality and yield of the substrate at different thermal treatments on the example of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm). It was determined that the highest yield showed in the aerobic fermentation technology in the chambers up to 5 tons, which makes it possible to reduce production costs and adjust the technological process to the conditions of small and medium-sized businesses.*

**Key words:** substrate, oyster mushroom, heat treatment, microorganisms, yields