



УДК 579.676

ФЕРМЕНТУВАННЯ ПЛОДОВИХ ТІЛ *PLEUROTUS OSTREATUS* З ВИКОРИСТАННЯМ ЛАКТОБАКТЕРІЙ

О. В. Басюл, Г. В. Ямборко, В. О. Іваниця

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Шампанський провулок, 2, Одеса 65058, Україна
e-mail: hbasiul@onu.edu.ua

Здійснено ферментування плодових тіл гриби звичайної (*Pleurotus ostreatus*) з використанням штамів бактерій роду *Lactobacillus*. Вивчено вплив заквасок лактобактерій на мікробіологічні, біохімічні та органолептичні показники ферментованих грибів. З'ясовано, що застосування штаму *Lactobacillus plantarum* ONU315 забезпечує відповідність ферментованих грибів вимогам нормативної документації за мікробіологічними показниками, на відміну від самоквасних грибів. Вміст білка в них становить 16,3 %, амінокислот — 14,8 %; вміст ненасичених жирних кислот на 7,9 % вищий ніж у автоферментованих грибах. Збереження вмісту амінокислот, у тому числі незамінних, есенціальних олеїнової, лінолевої та ліноленової жирних кислот у ферментованій лактобактеріями гливі та, водночас, зниження вмісту легкозасвоюваних вуглеводів на 54,8 % і крохмалю — на 25,8 %, порівняно зі самоквасною гливою, дає змогу отримати низькокалорійний, якісний харчовий продукт. Використання лактобактерій для виготовлення ферментованої гриби звичайної дало змогу отримати гриби з такими органолептичними показниками: колір, характерний для гриби; консистенція еластична, хрустка; смак приємний, кисломолочний, із вираженим кисломолочним запахом, без сторонніх присмаку і запаху. Самоквасні гриби глива звичайна характеризувалися м'якою консистенцією, невираженим смаком зі сторонніми присмаком і запахом.

Ключові слова: лактобактерії, ферментування, глива звичайна.

ВСТУП

На сучасному ринку з'являються нові закваски на основі лактобактерій для ферментування продуктів тваринного та рослинного походження [10], проте немає комерційних препаратів штамів лактобактерій для ферментування плодових тіл грибів, у тому числі гриби звичайної, яка є невибагливою та економічно вигідною для культивування [12, 19]. Неконтрольоване ферментування може призвести до втрати безпечності та погіршення органолептичних властивостей продукту.

У ході попередніх досліджень з гриби звичайної нами було виділено та вивчено штами лактобактерій. На основі показників антагоністичної та кислотоут-

ворювальної активностей відібрано перспективні штами *Lactobacillus plantarum* ONU314 та *Lactobacillus plantarum* ONU315 для ферментування плодових тіл гливи звичайної [2].

Використання лактобактерій для ферментування грибів дасть змогу отримати якісний продукт, який відповідає вимогам нормативної документації за мікробіологічними й органолептичними показниками [5–8, 11], з можливістю більш тривалого зберігання без необхідності стерилізації та консервації.

Метою дослідження був відбір перспективного штаму лактобактерій для виробництва ферментованих плодових тіл гливи звичайної за мікробіологічними, біохімічними й органолептичними показниками ферментованих грибів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом дослідження були плодові тіла грибів *Pleurotus ostreatus* (штам Китайський чорний) і два штами лактобактерій *L. plantarum* ONU 314 та *L. plantarum* ONU 315, виділені зі самоквасної гливи звичайної, ідентифіковані методом ПЛР з використанням універсальних праймерів до ділянки 16S РНК, наявної у всіх видів роду *Lactobacillus* — LbLMA-1/R-161 (5'-CTC AAA ACT AAA CAA AGT TTC-3' і 5'-CTT GTA CAC ACC GCC CGT TCA-3'), і до ділянки *recA*, наявність якої визначає бактерії як ті, що належать до виду *Lactobacillus plantarum* — *planF* (5'-CCG TTT ATG CGG AAC ACC TA-3') та *pREV* (5'-TCG GGA TTA CCA AAC ATC AC-3') [1].

Для ферментування свіжі гриби сортували за розміром, мили, бланшували упродовж 5 хвилин і поміщали у стерильні скляні банки ємністю 1 л, пересипаючи кожен шар сіллю у кількості 1%/кг грибів.

Робочі бактеріальні закваски готували шляхом внесення до рідкого середовища MRS (за Man J.C., Rogosa M., Sharpe M.E., 1960) [14] суспензії добових культур досліджуваних штамів лактобактерій у кількості 5 % і вирощували за температури 37 °С упродовж 24 годин.

У гриби вносили 5 мл посівної культури лактобактерій із концентрацією 2×10^9 КУО/мл, після чого банки накривали бавовняною тканиною, ставили гніт та інкубували за кімнатної температури (20 ± 1 °С) упродовж 2 діб, після чого зберігали за 4 °С протягом 2 тижнів. У контрольних варіантах гриби ферментували за тих самих умов, але без внесення бактеріальної закваски.

Для визначення складу мікробіоти ферментованої гливи звичайної плодової тіла подрібнювали у ступці з додаванням стерильної води. Отриману суспензію висівали на середовища: МПА — для виявлення мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ); Ендо — бактерій групи кишкової палички (БГКП); вісмут-сульфіт-агар — бактерій роду *Salmonella*; молочно-жовтковий сольовий агар — *Staphylococcus aureus*; MRS — молочнокислих бактерій; Сабу-ро — дріжджів [5–8, 16].

Вміст *вологи*, *сухих речовин*, *загальної золи* у грибах визначали спалюванням грибної наважки за 600 °С до сталої маси, загального білка — методом Лоурі, повний *амінокислотний* склад грибів — на амінокислотному аналізаторі "Hitachi", кількість *метіоніну* — колориметрично з використанням модифікованого методу ферментативного гідролізу, *триптофану* — модифікованим колориметричним методом з використанням лужного гідролізу, вміст *ліпідів* — за екстракції сумішшю хлороформ-етанол (2:1) та перемішування екстракційної суміші шляхом скидання

тиску у фільтрувальній роздільній воронці, *клітковини* — кислотним і лужним гідролізами, *кромалю* — поляриметричним методом, *глікогену* — методом лужного гідролізу, склад *цукрів* — на газовому хроматографі “Shimadzu” [3, 17, 18]. Дослідження органолептичних властивостей ферментованої гливи звичайної здійснювали за оптичними, структурно-механічними й органолептичними характеристиками [12].

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою розрахунку середніх значень показників (\bar{X}) і їх стандартної похибки ($S_{\bar{x}}$). Вірогідність відмінностей між середніми значеннями визначали за критерієм Стьюдента, оцінюючи вірогідність отриманих результатів за рівнем значимості не менше 95 % ($p \leq 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНЕ ОБГОВОРЕННЯ

Для з'ясування мікробіологічної безпечності у ферментованих грибах визначали наявність мезофільно аеробних, факультативно анаеробних мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички, *Staphylococcus aureus*, бактерій роду *Salmonella*, дріжджів, молочнокислих бактерій, як одразу після внесення закваски, так і після двотижневої експозиції (табл. 1). Встановлено, що бактерії роду *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, БГКП та дріжджі не виявлено в усіх зразках як на початку, так і в кінці експозиції у дослідних і контрольному варіантах, що відповідає вимогам нормативної документації [5–8].

Таблиця 1. Мікробіологічні показники ферментованих плодів гливи звичайної
Table 1. Microbiological parameters of oyster mushroom fruiting bodies

Внесення закваски	Кількість мікроорганізмів, КУО/г					
	МАФАНМ		Лактобактерії		Дріжджі	
	до	після	до	після	до	після
	ферментування		ферментування		ферментування	
<i>L. plantarum</i> ONU 314	(1,2± 0,2)×10 ²	Немає	(0,2± 0,04)×10 ⁹	(1,3± 0,2)×10 ^{6*}	Немає	Немає
<i>L. plantarum</i> ONU 315	(1,2± 0,2)×10 ²	Немає	(0,2± 0,04)×10 ⁹	(1,8± 0,2)×10 ^{6*}	Немає	Немає
Автоферментація (Контроль)	(1,2± 0,2)×10 ²	(2,0± 0,3)×10 ^{5*}	(0,2± 0,04)×10 ²	(0,01± 0,002) ×10 ^{2*}	Немає	(1,6± 0,1)×10 ^{3*}
Норма	1,2×10 ² (ГОСТ 10444.15–94)		Не нормується		Немає (ГОСТ 10444.12–88)	

Примітка: * — різниця достовірна порівняно з контролем (самоквасні плоді тіла гливи).

Comment: * — significant difference compared with control (autofermented oyster mushrooms fruiting bodies).

Після ферментації у дослідних зразках готового продукту МАФАНМ бактерії не виявляли (табл. 1), у контрольному варіанті самоквасних грибів цей показник перевищив норму (2,0×10⁵ КУО/г) [11].

Кількість лактобактерій у дослідних варіантах гливи становила (1,8–1,3)×10⁶ КУО на грам продукту.

У контрольному варіанті самоквасних грибів після закінчення експозиції молочнокислі бактерії не були виявлені, проте кількість дріжджів становила 1,6×10³ КУО/мл.

Значення рН ферментованої гливи звичайної, виготовленої з використанням лактобактерій, не перевищувало 3,7, на відміну від контрольного варіанта – 4,0. Встановлені показники КУО/мл дріжджів і рН у самоквасних грибах не відповідають нормативній документації [8, 11].

Відомо, що залежно від умов вирощування, вміст вологи у плодкових тілах гливи звичайної становить 88–91 % маси [12, 19]. Згідно з отриманими нами даними, відсотковий вміст вологи у свіжій гливці становив 90,8 %, у ферментованій *L. plantarum* ONU314 – 85,9 %, *L. plantarum* ONU315 – 86,3 %, у самоквасній – 83,7 %.

Біологічна цінність грибів визначається кількістю білків, у складі яких містяться незамінні амінокислоти. Встановлено, що білок свіжих плодкових тіл гливи звичайної становить від 16 до 25 % абсолютно сухої речовини та характеризується засвоюваністю організмом людини 70 % після термічної обробки [4].

Після ферментації у досліджуваній нами самоквасній гливці вміст білка був достовірно вищим у дослідних варіантах з лактобактеріями, порівняно з контролем (табл. 2).

Таблиця 2. Біохімічний склад плодкових тіл гливи звичайної

Table 2. Biochemical composition of oyster mushroom fruiting bodies

Показник, г/100 г абсолютно сухої речовини грибів	Свіжі плодкові тіла гливи	Ферментовані плодкові тіла		
		<i>L. plantarum</i> ONU 314	<i>L. plantarum</i> ONU 315	Автоферментація (Контроль)
Загальний білок	18,14±1,4	14,49±1,2*	16,34±1,3*	12,84±1,3
Моно- та дисахариди	3,04±0,4	0,73±0,1*	0,54±0,1*	2,75±0,2
Маніт	1,85±0,2	0	0	0
Крохмаль	32,0±1,7	11,7±1,1*	11,68±1,2*	15,73±1,5
Клітковина	4,0±0,2	3,4±0,2	3,4±0,2	3,2±0,2
Глікоген	0,18±0,02	0,18±0,01	0,18±0,01	0,18±0,02
Ліпіди	5,6±0,4	5,3±0,4	5,4±0,4	5,1±0,3
Зола	3,4±0,4	10,2±1,1	10,3±1,2	10,9±1,3

Примітка: * – різниця достовірна порівняно з контролем (самоквасні плодкові тіла гливи).

Comment: * – significant difference compared with control (autofermented oyster mushrooms fruiting bodies).

Відомо, що вуглеводи плодкових тіл гливи представлені моно- і дисахаридами: глюкозою, фруктозою, лактозою, манітом; полісахаридами глікогеном і хітином, а також клітковиною, і становлять 68–74 % сухої маси. Кількість легкозасвоюваних вуглеводів становить 14–20 %, маніту – 70–75 % [14].

Вміст сумарних вуглеводів після експозиції у дослідних зразках гливи був достовірно вищим, ніж у контрольному варіанті. Кількість крохмалю у самоквасних грибах достовірно перевищила його вміст у ферментованих лактобактеріями гливках (табл. 2). Спостерігали повну утилізацію маніту в усіх зразках грибів після ферментації. Більша частина вуглеводів грибів належить до фракції клітковини. Суттєвих відмінностей вмісту клітковини, ліпідів і золи не виявлено.

Згідно з даними літератури, за вмісту ліпідів до 1,3–2,7 % сухої маси грибів кількість поліненасичених жирних кислот у гливці звичайній становить 67 % від маси

ліпідів [12, 19]. Активність ліпаз відрізняється залежно від штаму і виду лактобактерій [9, 13]. Відповідно до отриманих нами даних, відсоток ліпідів за ферментації гливи звичайної практично не змінився. Це можна пояснити тим, що основна частина ліпідів грибів має зв'язану форму і представлена білково-ліпідними та гліколіпідними сполуками.

Під час досліджень визначено, що білки плодкових тіл гливи звичайної містять 17 амінокислот, 9 із них — незамінні (табл. 3). В амінокислотному складі гливи звичайної преважують глутамінова й аспарагінова амінокислоти, а також аланін, лейцин і лізин, що відповідає даним літератури [1]. Найменшу відмінність у кількісному складі амінокислот до та після ферментації гливи спостерігали для штаму *L. plantarum* ONU315, що вказує на його низьку протеїназну активність.

Таблиця 3. Амінокислотний склад плодкових тіл гливи звичайної

Table 3. Amino acid composition of oyster mushroom fruiting bodies

	Амінокислота, мг/100 мг абсолютно сухої речовини грибів	Свіжі плодові тіла гливи	Ферментовані плодові тіла		
			<i>L. plantarum</i> ONU314	<i>L. plantarum</i> ONU315	Автоферментація (Контроль)
Незамінні	Валін	0,91±0,01	0,95±0,01*	1,07±0,1*	0,78±0,03
	Ізолейцин	0,71±0,02	0,81±0,01*	0,85±0,01*	0,70±0,02
	Лейцин	1,44±0,2	1,02±0,2*	1,18±0,2*	0,90±0,04
	Лізин	1,37±0,2	1,02±0,2*	1,23±0,2*	0,93±0,04
	Метіонін	0,23±0,02	0,03±0,004	0,03±0,003	0,03±0,004
	Тирозин	0,21±0,02	0,31±0,02	0,35±0,02*	0,29±0,02
	Треонін	1,14±0,3	0,84±0,02*	0,94±0,03*	0,72±0,02
	Триптофан	0,24±0,02	0,26±0,02	0,27±0,02*	0,25±0,01
	Фенілаланін	0,74±0,02	0,65±0,02*	0,74±0,02*	0,61±0,02
Замінні	Аланін	1,07±0,2	0,54±0,03*	0,61±0,02*	0,44±0,02
	Аргінін	1,17±0,2	0,83±0,01*	0,98±0,02*	0,74±0,02
	Аспарагінова кислота	2,21±0,1	1,53±0,2	1,75±0,2	1,35±0,4
	Гістидин	0,37±0,03	0,23±0,03	0,29±0,02*	0,23±0,03
	Гліцин	0,95±0,02	0,60±0,02*	0,76±0,02*	0,57±0,02
	Глутамінова кислота	2,49±0,1	1,77±0,1	2,03±0,1*	1,59±0,2
	Пролін	0,85±0,02	0,60±0,03	0,70±0,02	0,71±0,03
	Серин	1,33±0,2	0,69±0,01	0,93±0,02*	0,72±0,02

Примітка: * — різниця достовірна порівняно з контролем (самоквасні плодові тіла гливи).

Comment: * — significant difference compared with control (autofermented oyster mushrooms fruiting bodies).

За використання *L. plantarum* ONU315 для ферментування гливи звичайної спостерігали збереження вмісту незамінних амінокислот, на відміну від автоферментованої гливи звичайної. Застосування досліджуваних штамів лактобактерій, насамперед *L. plantarum* ONU315, сприяє збереженню кількісного складу

незамінних і замінних амінокислот у гливі звичайній — 14,8 %, що може бути обумовлено низькою протеолітичною активністю досліджуваних штамів лактобактерій.

Результати, наведені у табл. 4, вказують на те, що вміст моно- та дисахаридів виявився достовірно вищим у самоквасній гливі звичайній, ніж у ферментованій із використанням лактобактерій.

Таблиця 4. Склад цукрів плодівих тіл гливи звичайної, мг/г

Table 4. Sugars composition in oyster mushroom fruiting bodies, mg/g

Цукор (абсолютно суха речовина грибів)	Свіжі плодіві тіла гливи	Ферментовані плодіві тіла		
		<i>L. plantarum</i> ONU314	<i>L. plantarum</i> ONU315	Автоферментація (Контроль)
Галактоза	0,13±0,23	0,09±0,002*	0,10±0,02*	0,15±0,03
Глюкоза	0,16±0,03	Немає	Немає	Немає
Ксилоза	0,11±0,02	0,05±0,003*	0,05±0,003*	0,02±0,002
Мальтоза	1,47±0,40	0,17±0,030*	0,05±0,003*	2,13±0,50
Рафіноза	0,04±0,002	0,09±0,003*	0,05±0,003*	0,12±0,02
Фруктоза	1,01±0,30	0,13±0,020*	0,08±0,002*	Немає
Цукроза	0,12±0,02	0,20±0,015*	0,21±0,020*	0,33±0,03
Загальний вміст	3,04±0,60	0,73±0,050*	0,54±0,050*	2,75±0,50

Примітка: * — різниця достовірна порівняно з контролем (самоквасні плодіві тіла гливи).

Comment: * — significant difference compared with control (autofermented oyster mushrooms fruiting bodies).

Згідно з даними, наведеними у табл. 2 і 4, основними субстратами для бродіння досліджуваними штамми слугували маніт і мальтоза.

Склад жирних кислот грибів визначає фізико-хімічні властивості і стійкість ліпідів за зберігання та є одним із показників ступеня біологічної цінності. Крім того, летючі жирні кислоти впливають на формування запаху та смаку [12, 19]. Відповідно до проведених досліджень, у складі гливи звичайної знайдено жирні кислоти з довжиною вуглецевого ланцюга від 16 до 18 атомів із різним ступенем насичення, серед яких переважають лінолева та олеїнова. Це дає підстави вважати гливу звичайну одним із її природних джерел (табл. 5).

Як відомо, поліненасичені жирні кислоти, лінолева та ліноленова, є незамінними та належать до двох основних класів: омега-3 та омега-6. Поліненасичені жирні кислоти класу омега-6 є високоокиснювальними, особливо за недостатнього потрапляння до організму антиоксидантів (вітамінів А, С, Е, бета-каротину, цинку, міді та ін.) [12, 19]. Згідно з результатами, наведеними у табл. 5, усі зразки ферментованої гливи звичайної характеризувалися зниженням вмісту лінолевої та ліноленової жирних кислот, що може пояснюватися здатністю ненасичених жирних кислот до окиснення у процесі ферментації.

Під час біохімічного дослідження гливи звичайної арахідонова кислота, яка передує ейкозаноїдам (простагландінам і лейкотрієнам) та обов'язково повинна бути наявною у харчовому раціоні людини, не була виявлена. Проте з даних літератури відомо, що есенціальні лінолева і ліноленова жирні кислоти здатні

перетворюватися на арахідонову за рахунок нарощування ланцюга та є її заміниками [19]. Відповідно до табл. 5, вміст цих жирних кислот був вищим за використання лактобактерій для ферментування гливи звичайної, ніж у самоквасних грибах.

Таблиця 5. Склад жирних кислот (% від суми) плодівих тіл гливи звичайної

Table 5. Fatty acid composition (% from total) in oyster mushroom fruiting bodies

Жирна кислота (абсолютно суха речовина грибів)	Свіжі плодові тіла гливи	Ферментовані плодові тіла		
		<i>L. plantarum</i> ONU314	<i>L. plantarum</i> ONU315	Автоферментація (Контроль)
Пальмітинова С 16:0	9,91±0,2	6,58±0,3	6,54±0,1	6,54±0,4
Стеаринова С 18:0	1,54±0,2	3,62±0,2	3,66±0,2*	4,10±0,3
Олеїнова С 18:1 (ω-9)	13,74±1,2	48,55±1,3*	46,96±1,1*	38,97±1,5
Лінолева С 18:2 (ω-6)	57,6±1,4	33,32±1,2*	34,0±1,3*	34,15±1,0
Ліноленова С 18:3 (ω-3)	0,92±0,02	0,80±0,02*	0,66±0,01	0,63±0,04
Неідентифіковані	16,29±1,3	7,13±0,1*	8,18±0,1*	15,61±1,1

Примітка: * – різниця достовірна порівняно з контролем (самоквасні плодові тіла гливи).

Comment: * – significant difference compared with control (autofermented oyster mushrooms fruiting bodies).

Відомо, що ненасичені жирні кислоти, особливо олеїнова та лінолева, є надзвичайно важливими дієтичними складовими і знижують рівень хронічних захворювань серця, покращують ліпідний обмін [19]. Олеїнова жирна кислота, що становила на початку ферментації 13,74±1,20 % від суми жирних кислот, у готовому продукті містилася у кількості 48,55±1,30 і 46,96±1,10 % за використання стартерних культур *L. plantarum* ONU314 і *L. plantarum* ONU315, відповідно. Нижчий відсотковий вміст олеїнової кислоти був відмічений у варіанті самоквасних грибів після завершення ферментації – 38,97±1,50.

Жирні кислоти омега-9 не є незамінними для організму людини [19]. У процесі ферментування кількість пальмітинової жирної кислоти зменшилася у всіх зразках гливи звичайної, переважно у ферментованих лактобактеріями грибах. Кількість стеаринової кислоти збільшилася у всіх зразках, проте найнижчий показник її вмісту у гливі, ферментованій *L. plantarum* ONU315.

Отже, збереженню вмісту ненасичених жирних кислот у ферментованій гливі звичайній сприяло застосування лактобактерій.

Застосування лактобактерій для виробництва ферментованої гливи звичайної дало змогу отримати продукт, що характеризувався високими органолептичними показниками. Колір грибів характерний для гливи звичайної; консистенція еластична, хрустка; смак приємний, кисломолочний, із вираженим кисломолочним запахом, без сторонніх присмаку та запаху. Самоквасні гриби глива звичайна характеризувалися м'якою консистенцією, невираженим смаком зі сторонніми присмаком і запахом.

З огляду на мікробіологічні, біохімічні та органолептичні показники готового продукту, найбільш перспективним для виробництва ферментованої гливи звичайної виявився штам *L. plantarum* ONU315, оскільки його використання сприяє відповідності ферментованих грибів вимогам нормативної документації за мікробіологічними, органолептичними показниками, збереженню вмісту білка, амінокислот,

есенціальних жирних кислот і зниженню вмісту легкозасвоюваних вуглеводів та крохмалю, що дає змогу отримати якісний низькокалорійний продукт.

ВИСНОВКИ

Застосування штаму *Lactobacillus plantarum* ONU315 для виробництва ферментованих грибів глива звичайна забезпечує досягнення мікробіологічної стабільності продукту, регламентованої нормативами, та робить процес ферментації більш прогнозованим. Вміст білка в них становить 16,3 %, амінокислот — 14,8 %, ненасичених жирних кислот — 7,9 %. Порівняно зі самоквасною, у ферментованій гливці знижено на 54,8 % кількість моно- та дисахаридів, на 25,8 % крохмалю. Встановлено збільшення фізіологічної цінності ферментованих штамом *L. plantarum* ONU315 грибів і покращення органолептичних властивостей ферментованої гливи, порівняно зі самоквасними грибами.

1. Basyul H. V., Gorbatyuk Yu. A., Palyi G. B. et al. PCR-identification of *Lactobacillus* / **Proceedings of the V International young scientists conference "Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution"**, dedicated to 160 anniversary from the birth of professor Frants Kamenskiy. — Odesa, 2011. — P. 204.
2. Basyul H.V., Palyi H.B. Lactic acid producing activity of lactobacilli strains, perspective for mushrooms fermentation / **Collection of Scientific Association of Students and Young Scientists. Natural Sciences**. — Odesa, 2011. — P. 24–26 (In Ukrainian).
3. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. **Methods for biochemical study of plants**. Ed. A.I. Ermakov. — Leningrad: Agropromizdat, 1987. — 430 p. (In Russian).
4. Fitzpatrick W.H., Esselen W.B., Weier E. Composition and nutrition value of mushrooms protein. **Journal American Dietary Association**, 1987; 2(22): 318–334.
5. **Foodstuffs. Methods of detection and determination of coliform bacteria**: GOST 30518-97. — [Introduced 01. 07. 2001]. — Kiev: State Standard of Ukraine, 2001. — 8 p. (In Russian).
6. **Foodstuffs. Method for detection of bacteria of the genus Salmonella**: GOST 30519-97. — [Introduced 01.01.97]. — Moscow: Standards Press, 1997. — 15 p. (In Russian).
7. **Foodstuffs. Methods for determination of Staphylococcus aureus**: GOST 10444.2-94. — [Introduced 01.01.94]. — Moscow: Standards Press, 1995. — 4 p. (In Russian).
8. **Foodstuffs. Method for determination of yeasts and molds**: GOST 10444.12-88. — [Introduced 01.01.90]. — Moscow: Standards Press, 1988. — 10 p. (In Russian).
9. Herreros M.A., Fresno J.M., González M.J. Technological characterization of lactic acid bacteria isolated from Armada cheese (a Spanish goats' milk cheese). **International Dairy Journal**, 2003; 13: 469–479.
10. <http://www.culturesforhealth.com/>
11. **Hygienic safety and nutritional value of foods**. Sanitary-epidemiological rules and regulations SanPin 2.3.2.1078-01. — Moscow: INFRA, 2002. — 216 p. (In Russian).
12. Kartashova L.V., Nikolaeva M.A., Pechnikova E.N. **Commodity food products**. — Moscow: House Business Books, 2004. — 816 p. (In Russian).
13. Lopes M.F.S., Leitao A.L., Regalla M. Characterization of a highly thermostable extracellular lipase from *Lactobacillus plantarum*. **International Journal Food Microbiology**, 2002; 76: 107–115.
14. Man J.C., Rogosa M., Sharpe M.E. A medium for the cultivation of lactobacilli. **Journal Applied Bacteriology**, 1960; 23: 130–135.
15. Mc Conell J.E., Esselen W.B. Carbohydrates in cultivated mushrooms. **Food**, 1997; 5(12): 118–121.
16. Netrusov A.I., Egorov M.A., Zakharchuk L.M. **Workshop on Microbiology**. — Moscow: Academy, 2005. — 608 p. (In Russian).

17. **Products of fruits and vegetables. Method for determination of ash and alkalinity, total and soluble ash:** GOST 25555.4 — 91. [Introduced 01. 01. 93]. — Moscow: Standards Press, 1992. — 6 p. (In Russian).
18. **Products of fruits and vegetables. Method for determination of dry matter and moisture:** GOST 28561-90. — [Introduced 01.01.90]. — Moscow: Standards Press, 1990. — 4 p. (In Russian).
19. *Solomko E.F., Eliseeva G.S., Ryabchuk V.A., Pchelintseva R.K.* The composition of the fruiting bodies and mycelia of higher edible mushrooms *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer. **Applied Biochemistry and Microbiology**, 1987; V.XXIII(I. 2): 230—236. (In Russian).

FERMENTATION OF *PLEUROTUS OSTREATUS* FRUITING BODIES USING LACTOBACILLI

O. V. Basiul, G. V. Yamborko, V. O. Ivanytsia

*I. I. Mechnikov National University of Odessa, 2, Shampansky Lane, Odessa 65058, Ukraine
e-mail: hbasiul@onu.edu.ua*

Fermentation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) fruiting bodies using bacterial strains of *Lactobacillus* genus was carried out. Lactobacilli influence on microbiological, biochemical and organoleptic properties of fermented mushrooms have been studied. It was shown that using *Lactobacillus plantarum* ONU315 strain ensures fermented mushrooms compliance with regulatory documents by microbiological parameters, unlike autofermented mushrooms. Therein the protein content is 16.3 %, amino acids — 14.8 %, the unsaturated fatty acid percentage is higher on 7.9 units other than in autofermented mushrooms. Content of saved amino acid including essential and also oleic, linoleic and linolenic fatty acids in oyster mushroom fermented by lactobacilli, and, at the same time, reduced the carbohydrate amount at 54.8 % and starch — 25.8 % compared to autofermented oyster mushroom, provides low-calorie, and high-quality food product. Lactobacilli use for fermented oyster mushroom production allowed to obtain following organoleptic characteristics: characteristic for oyster mushroom color; elastic and crunchy texture; lactic acid pleasant taste and odor, without extrinsic flavor and odor. Autofermented oyster mushroom was characterized by soft texture, no pronounced taste with extrinsic for oyster mushroom flavor and odor.

Keywords: lactobacilli, fermentation, oyster mushroom.

ФЕРМЕНТИРОВАНИЕ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ *PLEUROTUS OSTREATUS* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАКТОБАКТЕРИЙ

Е. В. Басюл, А. В. Ямборко, В. А. Иваница

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова
Шампанский переулок, 2, Одесса, 65058, Украина
e-mail: hbasiul@onu.edu.ua*

Осуществлено ферментирование плодовых тел вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) с использованием штаммов бактерий рода *Lactobacillus*. Изучено влияние лактобактерий на микробиологические, биохимические и органолепти-

ческие показатели ферментированных грибов. Показано, что применение штамма *Lactobacillus plantarum* ONU315 обеспечивает соответствие ферментированных грибов требованиям нормативной документации по микробиологическим показателям, в отличие от самоквасных грибов. Содержание белка в них составляет 16,3 %, аминокислот — 14,8 %, процент ненасыщенных жирных кислот на 7,9 единицы выше, чем в самоквасных грибах. Сохранение содержания аминокислот, в том числе незаменимых, эссенциальных олеиновой, линолевой и линоленовой жирных кислот в ферментированной лактобактериями вешенке и, в то же время, снижения содержания легкоусвояемых углеводов на 54,8 % и крахмала — на 25,8 %, по сравнению с самоквасной вешенкой, позволяет получить низкокалорийный, качественный пищевой продукт. Использование лактобактерий для изготовления ферментированной вешенки обыкновенной позволило получить грибы со следующими органолептическими показателями: цвет, характерный для вешенки; консистенция эластичная, хрустящая; вкус приятный кисломолочный, с выраженным кисломолочным запахом, без посторонних привкуса и запаха. Самоквасные грибы вешенка обыкновенная характеризовались мягкой консистенцией, невыраженным вкусом с посторонними привкусом и запахом.

Ключевые слова: лактобактерии, ферментирование, вешенка обыкновенная.

Одержано: 06.05.2014