

АНАЛІЗ ВМІСТУ БІЛКІВ ТА АМІНОКИСЛОТ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ СВІЖИХ КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ PLEUROTUS OSTREATUS

І.І. Медведкова

*Проведено дослідження показників вмісту білків та амінокислот свіжих культивованих грибів *Pleurotus ostreatus* для різних періодів зберігання за різних температурно-вологісних режимів, встановлено, що найкращим терміном зберігання для культивованої гливи є тридобовий термін за температури $0 \pm 2^\circ \text{C}$ та відносної вологості $78 \pm 2\%$.*

Ключові слова: глива, дослідження, білок, амінокислота, температура, термін зберігання.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ ПРИХРАНЕНИИ СВІЖИХ КУЛЬТИВИРУЕМІХ ГРИБОВ PLEUROTUS OSTREATUS

И.И. Медведкова

*Проведены исследования показателей содержания белков и аминокислот свежих культивируемых грибов *Pleurotus ostreatus* для различных периодов хранения при различных температурно-влажностных режимах, было установлено, что лучшим сроком хранения для культивируемой вешенки является трехдневный срок при температуре $0 \pm 2^\circ \text{C}$ и относительной влажности $78 \pm 2\%$.*

Ключевые слова: вешенка, исследование, белок, аминокислота, температура, срок хранения.

ANALYSIS OF PROTEINS AND AMINO ACIDS CONTENT DURING STORAGE OF CULTIVATED MUSHROOMS PLEUROTUS OSTREATUS

I.I. Medvedkova

*Conducting analysis of fluctuations of level of proteins and amino acids content in cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* during different retention periods has been considered in this work. In this case storage temperature which was changed from 0°C to 6°C has the main effect.*

Mushrooms of Pleurotus type are widely spread all over the world and take the second place in the world according to the volume of cultivation in industry. Trad-able peculiarities of mushrooms are characterized, first of all, by organoleptic and physical properties, one of which is nutritional value. Investigations were made on the samples of one strain HK-35.

It is commonly known that protein is of significant importance for foodstuffs because it determines biological value of the product. Food protein quality index, i.e. its amino acid compound is also of special interest.

Observations were made during 15 days. In order to store mushrooms at different temperature modes four cooling chambers were used. In every chamber a peculiar temperature mode of storage: $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; $6\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ by $\varphi = 78\pm 2\%$ has been set. These storage conditions are maximum approximate to the mode of mushrooms storage in trade.

The compound of amino acids was specified in fruit bodies of oyster mushrooms grown on sunflower husk. Preparation of fruit bodies' samples was made using the method of acid hydrolysis of protein. Analysis was carried out on liquid chromatograph Hitachi L-8800 (Japan). Under our observations spores got ripen on the 12th day of storage at storage temperature of 0°C .

Carried out investigations of dynamics of protein content and some its components during the process of storage at different temperatures has shown that during 3 days quantitative composition of protein in case if it changes, it changes slightly (decreases at temperature of 0°C and increases proportionally to increase of temperature: 12,99% for 2°C and 15,75% for 6°C). Hereafter there begins abrupt increase of protein quantity because of spore formation in mushrooms. Finally on the 12th day of storage at the temperature of 0°C and 2°C and on the 15th day of storage at the temperature of 4°C and 6°C there is gradual decrease of activity of protein and its components with further decrease of its quantity in total weight of fruit body. Summarizing all above mentioned I would like to note that in context of saving integrity of protein substance in oyster mushrooms, optimal storage time of fresh mushrooms is the period of 1÷3 days at the temperature of $0\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Keywords: *oyster, research, protein, amino acid, temperature, shelf life.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Гриби роду *Pleurotus* поширені по всій земній кулі й посідають друге місце у світі за обсягом культивування в промисловості.

У штучних умовах глива невибаглива, має цінні смакові якості, виражений «грибний» аромат і широко культивується в харчових цілях, а також є цікавим об'єктом медичної й фармацевтичної промисловості, оскільки екстракти з міцелію й плодових тіл гливи містять різні біологічно активні речовини, що мають гіполіпідемічні, протиалергічні, гіпотонічні, фунгіцидні властивості.

Товарні особливості грибів насамперед характеризуються органолептичними й фізичними властивостями, однією з яких є харчова цінність. Під харчовою цінністю мають на увазі сукупність властивостей харчового продукту, при наявності яких задовольняються фізіологічні потреби людини в необхідних речовинах і енергії, а це у свою чергу забезпечується хімічним складом продукту.

Насамперед слід відзначити великий вміст води в плодкових тілах гливи – близько 90%. Це один з основних показників, який дозволяє зарахувати гриби до швидкопсувних і низькокалорійних продуктів харчування.

Вміст сухих речовин невеликий, але вони є унікальними сполуками: відрізняються значним вмістом білкових речовин, своєрідністю вуглеводного комплексу й жирнокислотного складу ліпідів, само біологічно активних і ароматичних речовин. Білків у гливі від 11,2 до 12,5% залежно від штаму.

Дослідження харчової цінності плодкових тіл гливи різних штамів, вирощених на одному субстраті за стандартних умов культивування, показало, що вміст основних речовин змінюється, хоча й незначно (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад штамів гливи, % сухої маси

Показник	Штам гливи		
	НК-35	Santana CP	Santana 304P
Білки	12,48±0,06	12,04±0,04	12,18±0,05
Жири	1,26±0,11	1,29±0,13	1,04±0,07
Цукри	14,81±0,09	15,19±0,07	13,91±0,08
Вода	89,49±0,08	89,71±0,07	89,57±0,07
Клітковина	12,21±0,13	12,22±0,01	12,24±0,08
Зола	6,01±0,02	6,08±0,03	5,92±0,07

Тому подальші дослідження проводилися на зразках одного штаму НК-35.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У результаті досліджень низки авторів була виявлена амінокислотна сполука дереворуйнівних грибів. У гливі виявлено 16 амінокислот, у тому числі й незамінні, й відзначено, що рівень вмісту в білку окремих амінокислот може бути обумовлений сполукою живильного середовища й віком міцелію [1–5].

Більш докладним вивченням білків гливи займалася Р.А. Маслова й виявила, що міцелій гриба *Pleurotus* здатен накопичувати до 43% азотистих речовин, із них 30÷35% білка (5÷7 діб) на суху масу, що помітно зменшується надалі – до 20÷25%.

На думку Кальберера [6], у плодкових тілах гливи виявлено всі незамінні амінокислоти, за винятком сірковмісних, високий вміст глутамінової кислоти, α-аланіну, аспарагінової кислоти, лейцину. Причому лейцин, лізин і аргінін – у легкозасвоюваній формі. Ці дані

підтверджуються працями зарубіжних авторів, наприклад, W. Manu-Tawiah [7]. Він установив, що міцелій *Pleurotus ostreatus* характеризується високим вмістом білка, унікальною амінокислотою сполукою, що дозволяє вважати його потенційною сировиною для харчових продуктів.

Мета статті. Метою статті було проведення аналізу коливань рівня вмісту білків та амінокислот у культивованих грибах *Pleurotus ostreatus* з різними термінами зберігання. Важливим чинником у цьому випадку виступала температура зберігання, яка змінювалася від 0 до 6°C.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як відомо, білок у харчових продуктах відіграє досить важливу роль, визначаючи біологічну повноцінність продукту. Особливий інтерес викликає показник якості харчового білка, тобто його амінокислотна сполука (табл. 2).

Таблиця 2

Амінокислотна сполука гливи

Амінокислота	Вміст		Амінокислота	Вміст	
	% від сухої маси	% до загальної суми		% від сухої маси	% до загальної суми
Аспарагінова кислота	2,76	21,53	Ізолейцин	0,47	3,67
Треонін	0,69	5,38	Лейцин	0,61	4,76
Серин	0,83	6,47	Тирозін	0,41	3,20
Глутамінова кислота	0,54	4,21	Фенілаланін	1,37	10,69
Пролін	0,15	1,17	Гістидин	0,90	7,02
Гліцин	0,75	5,85	Лізін	1,13	8,81
Аланін	0,46	3,59	Аргінін	0,71	5,54
Валін	0,81	6,32	Усього	12,82	100,0
Метіонін	0,23	1,79	У т.ч. незамінні	5,72	44,62

Амінокислотний склад гливи досить різноманітний. З виявлених у загальній сумі 16 амінокислот, 8 є незамінними. Їхня частка в загальній сумі досягає 44,62%. Переважними з них є фенілаланін (10,7%), лізін (8,8%) і валін (6,3%). Досить великим є вміст аспарагінової кислоти (21,5%), гістидину (7,0%) і серину (6,5%).

Під час зберігання свіжих грибів відбуваються зміни всіх компонентів, що становлять харчову цінність продукту. Оскільки

глива містить близько 12,5% білка в перерахунку на суху речовину, то подальше дослідження було спрямовано на вивчення змін вмісту білка свіжого гриба під час зберігання протягом тривалого періоду та за різних температур.

Спостереження проводилися протягом 15 діб. Для зберігання грибів за різних температурних режимів використовували чотири холодильні камери. У кожній камері виставляли певний температурний режим зберігання: $0 \pm 0,5$; $2 \pm 0,5$; $4 \pm 0,5$; $6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ при $\phi = 78 \pm 2\%$. Такі умови зберігання максимально наближені до режиму зберігання грибів у торгівлі. Протягом дня із проміжками в 30 хвилин у камерах фіксували температуру за допомогою електронного рідкокристалічного термометра й відносну вологість, яку заміряли психрометром.

Сполуки амінокислот визначалися у плодкових тілах гливи, вирощених на соняшниковому лушпинні. Підготовка зразків плодкових тіл проводилася методом кислотного гідролізу білка. Аналіз проводився на рідинному хроматографі Hitachi L-8800 (Японія). За нашими спостереженнями, за температури зберігання 0°C спори дозрівають на 12-ту добу зберігання.

Установлено, що за температури зберігання 2°C на 9-ту добу відбувається максимальне збільшення білка – в 1,7 разу, порівняно з вихідним, що, імовірно, зумовлено дозріванням спор у пластинках, а також можливою азотфіксацією і руйнуванням складних комплексів (рис. 1).

На 15-ту добу за температури 2°C вміст білка зменшився в 1,3 разу, порівняно зі зберіганням протягом 9 діб, і склав 14,37%, що підтверджується візуально, бо на поверхні шапинок був виявлений білий наліт, що складався зі спор гливи та вторинного росту міцелію плодового тіла.

Динаміка вмісту білка, % від сухої маси

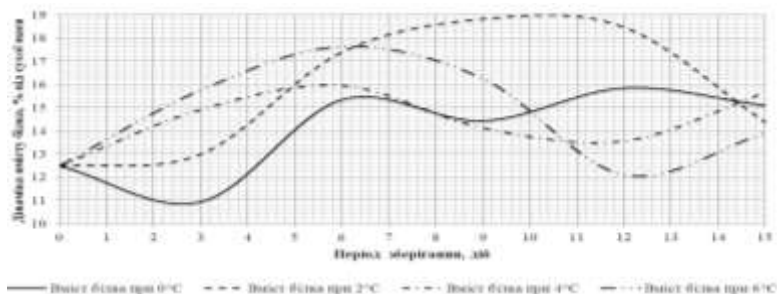


Рис. 1. Динаміка вмісту білка штаму НК-35 під час зберігання, % від сухої маси

При підвищених температурах зберігання 4 і 6° С високий вміст білка був відзначений уже на 6-ту добу зберігання, що, імовірно, зумовлено підвищеною швидкістю біологічних процесів, які відбуваються в грибах. Надалі спостерігається аналогічна тенденція до зниження вмісту білка у гливі.

Для підтвердження висловлених припущень були проведені додаткові дослід з визначення вмісту білка в різних частинах плодового тіла на 6, 9 та 12-ту добу за різних температур зберігання, що підтверджують результати, подані в табл. 3.

Таблиця 3

Вміст білка в різних частинах плодового тіла гливи

Параметри зберігання	Варіанти	Вміст білка, % від сухої маси
Температура 6° С, 6 доба	Шапінка із пластинками	15,51±0,04
	Пластинки	22,55±0,02
	Ніжка	8,76±0,03
	Цілий гриб	17,62±0,06
Температура 4° С, 9 доба	Шапінка із пластинками	12,43±0,10
	Пластинки	18,07±0,13
	Ніжка	7,02±0,09
	Цілий гриб	14,12±0,23
Температура 2° С, 12 доба	Шапінка із пластинками	16,37±0,10
	Пластинки	25,55±0,12
	Ніжка	9,18±0,09
	Цілий гриб	18,46±0,18

Як видно з табл. 3, максимальний вміст білка виявлено у пластинках, де відбувається споруутворення й дозрівання спор, обумовлене синтезом основних компонентів клітини, зокрема білків. У ніжках грибів виявлено найнижчий вміст білка (8,76, 7,02, 9,18%). Це, імовірно, пов'язано з особливостями будови й хімічним складом ніжок грибів, що знаходить підтвердження й під час органолептичної оцінки консистенції грибів – ніжка твердіша, ніж шапінка.

Таким чином, вміст білка в пробі залежить від кількісного співвідношення частин плодового тіла. Природно, що в разі зберігання

свіжих грибів протягом тривалого періоду відбувається зміна й у компонентному хімічному складі білків.

Нами розглядалися коливання кількісного вмісту білка гливи на прикладі аспарагінової кислоти, фенілаланіну і лізину.

Із графіків рисунка 2 видно, що за температури зберігання 2° С на 12-ту добу відбувається максимальне збільшення аспарагінової кислоти в білку – в 1,65 разу, порівняно з вихідним, що можна пояснити руйнуванням складних комплексів.

Динаміка вмісту АК у білку, % від сухої маси

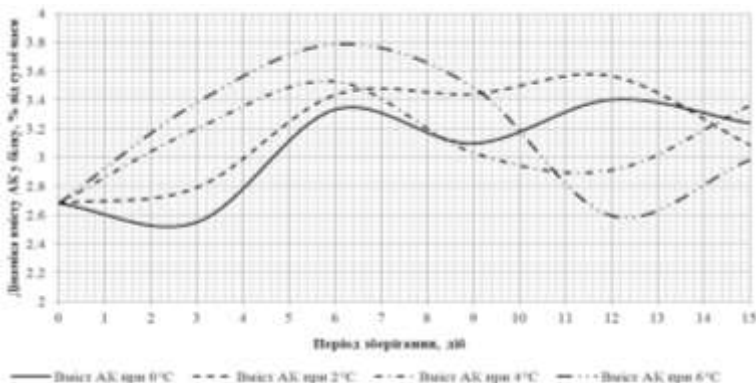


Рис. 2. Динаміка вмісту аспарагінової кислоти (АК) у білку штаму НК-35, % від сухої маси

На 15-ту добу за температури 2° С вміст аспарагінової кислоти в білку зменшився в 1,21 разу, порівняно зі зберіганням протягом 9 діб, і склав 3,08%. При підвищених температурах зберігання 4 та 6° С високий вміст аспарагінової кислоти в білку відзначено вже на 6-ту добу зберігання, що зумовлено підвищеною швидкістю біологічних процесів, які відбуваються в грибах. Надалі спостерігається тенденція до зниження вмісту аспарагінової кислоти в білку у гливі.

На рисунку 3 подано експериментальні дані коливання кількісного вмісту фенілаланіну в білку *Pleurotus ostreatus*. Дослідження показали, що за температури зберігання 2° С на 9-ту добу відбувається максимальне збільшення аспарагінової кислоти в білку – в 1,7 разу, порівняно з вихідним. На 15-ту добу вміст фенілаланіну в білку зменшився в 1,18 разу, порівняно зі зберіганням протягом 9 діб і склав 1,47%. При підвищених температурах

зберігання 4 та 6° С максимально високий вміст фенілаланіну відзначено на 6-ту добу зберігання, що зумовлено підвищеною швидкістю біологічних процесів, які відбуваються в грибах.

Динаміка вмісту ФА у білку, % від сухої маси

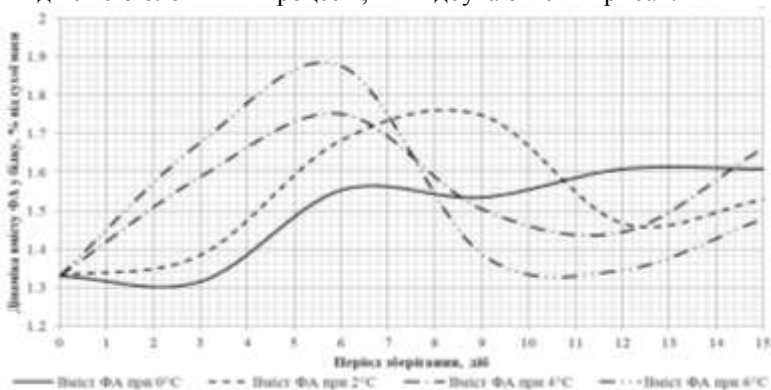


Рис. 3. Динаміка вмісту фенілаланіну (ФА) у білку штаму НК-35, % від сухої маси

На рис. 4 подано результати дослідження динаміки вмісту лізину в білку гливи.

Динаміка вмісту лізину у білку, % від сухої маси

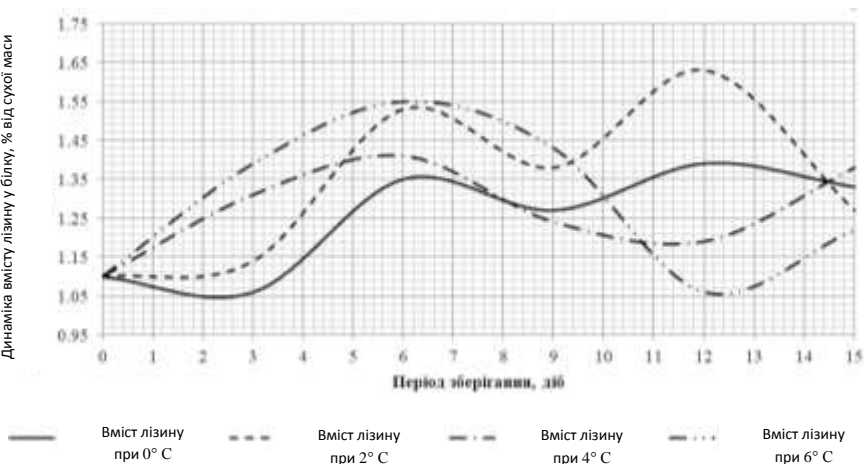


Рис. 4. Динаміка вмісту лізину в білку штаму НК-35, % від сухої маси

Дослідження показали, що за температури зберігання 2° С відбувається стрибкоподібне збільшення кількості лізину в білку на 6-ту й 9-ту добу – відповідно в 1,4 і 1,5 разу, порівняно з вихідним. На 15-ту добу вміст лізину в білку зменшився в 1,28 разу, порівняно зі зберіганням протягом 9 діб, і склав 1,27%. При підвищених температурах зберігання 4 і 6° С максимально високий вміст лізину відзначено на 6-ту добу зберігання.

Висновки. Таким чином, проведені дослідження динаміки вмісту білка і деяких його складових у процесі зберігання за різних температур показали, що протягом 3 діб кількісний склад білка якщо і змінюється, то незначно (зменшується за температури 0° С і зростає пропорційно зростанню температури: 12,99% за 2° С і 15,75% за 6° С). Надалі починається стрибкоподібне збільшення кількості білка, пов'язане зі спороутворенням, що відбувається в грибах. Нарешті, на 12-ту добу зберігання за температур 0 і 2° С та на 15-ту добу за температур 4 і 6° С відбувається поступове зменшення активності білка та його компонентів із подальшим падінням його кількості в загальній масі плодового тіла. Підсумовуючи вищесказане, відзначимо, що в контексті збереження цілісності білкової субстанції в гливі оптимальним терміном зберігання свіжих грибів є період 1÷3 доби за температури 0÷2° С.

Список джерел інформації / References

1. Дудка И. А. Культивирование съедобных грибов / И. А. Дудка, И. А. Бисько, В. П. Билай. – К. : Урожай, 1992. – 158 с.

Dudka I.A., Bysko I. A., Bilai V. P. (1992), [Kultivirovanie syedobnykh gribov] *Cultivation of edible mushrooms* / Urozhai, Kyiv, – 158 p.

2. Жук Ю. Т. Влияние температуры хранения на окислительно-восстановительные ферменты съедобных грибов / Ю. Т. Жук, Е. Д. Сулова, В. А. Папилина // Изв. вузов. Пищ. технол. – 1982. – № 1. – С. 89–91.

Zhuk, Yu.T., Papilina V.A. Suslova Ye.D., (1982), "Influence of storage temperature on redox enzymes of edible mushrooms", ["Vliyanie temperatury khraneniya na okislitelno-vosstanovitelnye fermenty syedobnykh gribov"] *News of HEI. Food technologies*, № 1, – pp. 89-91.

3. Колесник А. А. Химия плодов и овощей и биохимические основы их хранения. / А. А. Колесник – М. : Наука, 1971. – 121 с.

Kolesnik, A. A. (1971), *Chemistry of fruits and vegetables and biochemical fundamentals of their storage*, [Khimiya plodov i ovoshchei i biokhimiicheskiye osnovy ikh khraneniya], Science, Moscow, – 121 p.

4. Макарова Е. В. О качестве свежих культивируемых грибов при хранении / Е. В. Макарова, Т. В. Теплякова // Пища. Экология. Качество: труды IV междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2004. – С. 469–472.

Makarova Ye.V., Teplyakova T.V., About quality of fresh cultivated mushrooms by storage, / Ye.V. Makarova, // *Food. Ecology. Quality: works of IV international scientific-practical conference*, ["O kachestve svyezhykh kultiviruyemykh gribov pri khraneniі"] – Novosibirsk, – pp. 469-472.

5. Морозов А. И. Вешенка. Шампиньон. Сиигаке. Выращивание, переработка, применение. / А. И. Морозов– Донецк: Мультипресс, 2011. – 288 с.

Morozov, A.I. (2011), [*Veshenka Shampinion. Shiitake. Vyrashchivanie, pererabotka, primeneniye*] *Oyster mushroom. Champignon. Shiitake mushroom. Growth, processing, usage*. – Multipress, Donetsk, 288 p.

6. Kalberer P., Kunsch U., (1974), "Amino acid composition of the Oyster mushroom (*PI. ostreatus*)" / *Lebensmittel, Wiss. Technol.*, Vol. 7. № 4, P. 242-244.

7. Manu-Tawiah, W., Martin A. M., "Chemical composition of *Pleurotus ostreatus* mycelial biomas", *Food Microbiol.*, Vol. 4, № 4, – pp. 303-310.

Медведкова Інна Ігорівна, к.т.н., доц., докторант, кафедра товарознавства і експертизи продовольчих товарів, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Адреса: б. Шевченка, 30, 4 корпус, м. Донецьк, Україна, 83017. Тел.: (050)2049198, e-mail: imedinna@mail.ru.

Медведкова Інна Игоревна, к.т.н., доц., докторант, кафедра товароведения и экспертизы продовольственных товаров, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. Адрес: б. Шевченко, 30, 4 корпус, г. Донецк, Украина 83017. Тел.: (050)2049198, e-mail: imedinna@mail.ru.

Medvedkova Inna, Candidate of technical sciences, Associate Professor, doctoral student, associate professor of merchandising and examination of food products, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhaylo Tugan-Baranovsky. Blv. Schevchenko, 30, city Donetsk, Ukraine. Tel.: (050)2049198, e-mail: imedinna@mail.ru.

Рекомендовано до публікації д-ром біол. наук О.А. Ракишею-Слюсаревою, д-ром екон. наук В.Д. Малигіною, д-ром техн. наук, проф. А.А. Дубініною.

Отримано 15.03.2014. ХДУХТ, Харків.