



УДК 582.28:635.8

## Застосування сенсорного аналізу у біотехнології культивування макроміцетів

К.М. Власенко, О.В. Кузнецова

*Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпропетровськ, Україна*

За допомогою сенсорного профільного методу аналізу досліджено вплив різних видів субстратів на характер та інтенсивність аромату висушених плодових тіл *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. IBK–1535. Як субстрати для культивування гриба обрали відходи сільського господарства та деревопереробної промисловості (соняшникове лушпиння, пшенична солома, відходи від очищення насіння кукурудзи, тирса листяних порід дерев і кора дуба). Підготовку та стерилізацію субстратів здійснювали загальноприйнятими методами. Протягом культивування визначали культурально-морфологічні показники розвитку міцелію: термін обростання субстрату, час появи примордіїв, кількість утворених зростків, усереднену біомасу зростків. Проводячи скринінг можливих ароматів грибів, визначили основні атрибути запаху висушених зразків грибів: грибний, деревний, трав'янистий, солодкий, кислий. Оцінено їх інтенсивність для кожного зі зразків, побудовано профілі аромату. Суттєвих відмінностей у темпах росту міцелію на всіх субстратах не спостерігали. Міцелій *P. ostreatus* IBK–1535 білий, пухнастий, щільніший на відходах кукурудзи, соняшниковому лушпинню та корі дуба. Найкращі культурально-морфологічні показники росту та розвитку міцелію визначено на субстраті на основі кукурудзяних відходів. Найбільш виражений грибний аромат мають зразки грибів, отримані на корі дуба, тирсі та відходах кукурудзи. Зразки грибів, вирощених на тирсі та відходах кукурудзи, мають подібний аромат. Гриби, отримані на соняшниковому лушпинні та пшеничній соломі, мають слабкий грибний аромат із трав'янистими та кислими нотами. Застосування сенсорного профільного методу аналізу дає можливість оцінити інтенсивність аромату плодових тіл вищих їстівних грибів залежно від умов культивування без застосування складних інструментальних методів аналізу, наочно (за допомогою побудови графічних профілів аромату) оцінювати вплив окремих факторів на характерні атрибути запаху грибів.

*Ключові слова:* профільний аналіз; запах; дескриптор аромату; *Pleurotus ostreatus*; профіль аромату

## The use of sensory analysis in biotechnology of the cultivation of macromycetes

K.M. Vlasenko, O.V. Kuznetcova

*Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipropetrovsk, Ukraine*

Sensory analysis is the most ancient and inexpensive method of assessing the quality of food products. Consumer demand for the fruit bodies of mushrooms is due to their unique taste and aroma. Profile methods of sensory analysis are used in quality control, for characterising the differences between food products and for determining the impact of various factors on the quality of the test product. The aim of this research is to study the influence of different types of substrates on the character and intensity of aroma of the dried fruit bodies of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. IBK–1535 using the sensory profile method. The substrates for the cultivation of mushrooms were selected from waste from the agricultural and wood processing industries: sunflower husks, wheat straw, waste from the cleaning of seed corn, and sawdust of deciduous trees and oak bark. The preparation and sterilization of substrates was performed according to standard techniques. During the process of cultivation we determined the culture-morphological indices of development of the mycelium: the duration of growth in the substrate, time of appearance of the primordia, the number of formed fruiting bodies of mushrooms, the average biomass of the fruiting bodies. We did not detect any significant differences between substrates in the growth rate of mycelia. The best culture-morphological indices of growth and development of mycelia were identified for the corn waste substrate. This substrate had the greatest number of primordia, while the lowest was for wheat straw. The mycelium of *P. ostreatus* IBK–1535 was white, fluffy, and denser on substrates of corn waste, sunflower husks and oak bark. The sensory profile analysis was performed according to ISO 6564:1885. 1 g of dried fruiting bodies was crushed, placed in glass vials with stoppers and heated to +35...+40 °C for a better emission of volatile compounds. A

five person degustation commission was trained to undertake the sensory analysis. First, using sensory analysis, the degustation commission determined the following descriptors of odour for the fruiting bodies of the fungi: mushroom, woody, grassy, sweet, sour. Then the intensity of the aroma of each sample was assessed on a five-point scale. The most characteristic mushroom aroma of the dried fruit bodies was obtained when oak bark was the substrate for cultivation. The samples of mushroom grown on sawdust and waste corn had a similar aroma. The samples obtained for sunflower husk and wheat straw had a slight mushroom aroma with grassy and sour notes. Thus, the use of the sensory profile method of analysis makes it possible to assess the degree of intensity of aroma of fruit bodies of higher edible mushrooms in relation to the conditions of their cultivation without having to use complicated instrumental methods of analysis. Moreover, sensory profile analysis can be used to monitor the odours and aromas of mushrooms, which are cultivated in artificial conditions, for the adjustment of the cultivation process and for conducting a rapid appraisal of the quality of mushroom products.

*Keywords:* profile analysis; aroma; descriptor of aroma; *Pleurotus ostreatus*; aroma profile

## Вступ

Сенсорний або органолептичний аналіз – найдавніший та найдешевший метод оцінювання якості продуктів. Результати сучасного органолептичного аналізу вважаються рівноцінними до результатів фізико-хімічних досліджень продуктів. Деякі дослідники вважають, що органолептичні методи можна віднести за низкою показників до аналітичних методів (Rodina and Vuks, 1994; Rodina, 2004). Оцінка якості деяких продуктів та виробів, наприклад, продуктів виноробства або парфумів, взагалі неможлива без сенсорного аналізу (Duborasova, 2007).

Особливі показники якості продуктів – показники, які визначаються за допомогою нюху: запах, аромат, «букет». Вивчення ароматотвірних речовин – досить складний процес, оскільки їх масова частка у продуктах харчування надзвичайно низька, а концентрування летких сполук може викликати кількісну та якісну зміну запаху. Запах створюють різноманітні хімічні компоненти, які належать до різних класів органічних і неорганічних речовин; для кожного з них необхідні унікальні методи виділення та підготовки до газохроматографічного аналізу. Концентрати запаху – зазвичай складні суміші, більшість компонентів яких легко вступають у різні реакції. Частка ароматотвірних речовин у продуктах харчування рідко перевищує 10 мг/кг (Rodina, 2004).

Плодові тіла їстівних грибів-макроміцетів, особливо базидіомицетів, – одні з продуктів, де запах і аромат значною мірою характеризують і визначають якість продукції. Багато із грибів споживаються як делікатес, цінність якого забезпечується неповторним смаком і ароматом (Asmore et al., 2014).

Нині ідентифіковано велику кількість запашних речовин, які зумовлюють аромат свіжих та висушених грибів. Експериментальні дані різних авторів свідчать про ідентифікацію від 10–20 (Cronin and Ward, 1972; Pyysalo, 1976; Rapior et al., 1996; Rodina, 2004; Stijve et al., 2004; Zawirska-Wojtasiak et al., 2007; Cho et al., 2007; Mata et al., 2014) до 50–80 (Misharina, 2008; Zhou et al., 2015) і навіть 250 (Reineccius, 1992; Morath et al., 2012) різноманітних хімічних сполук в екстрактах із плодових тіл грибів. Така варіація даних зумовлена великою кількістю методів виділення, концентрування та розділення летких сполук. Сучасні дослідження за допомогою методів газової хроматографії у поєднанні з мас-спектрометричною ідентифікацією хімічних компонентів дають нову інформацію про природу запаху, яка необхідна для вирішення проблеми управління якістю продуктів.

Під час визначення споживачьких переваг щодо певних видів грибною продукції застосовують органолептичні методи аналізу – прості, доступні та достатньо

інформативні. Більшість органолептичних методів передбачають комплексну оцінку якості продукту за різними показниками (колір, смак, аромат, консистенція тощо) (Rodina, 2004). Дослідження та оцінювання окремих складових якості продукту (наприклад, запаху) здійснюються за допомогою сенсорного профільного методу (згідно ISO 6564:1885 Sensory analysis. Methodology. Flavour profile methods). Цей метод застосовується для визначення впливу різних факторів на показники якості досліджуваного продукту, характеристики різниці між декількома подібними продуктами, моніторингу зміни якості продуктів за різної тривалості їх зберігання.

Сенсорний профільний метод оснований на тому, що запах складається частково з пізнавальних нюхових і смакових атрибутів та частково з комплексу атрибутів, які окремо не ідентифікуються. Сутність профільного методу полягає у тому, що складне поняття однієї з органолептичних властивостей (смак, запах або консистенція) представляють у вигляді сукупності простих складових, які експерти оцінюють за якістю, інтенсивністю та порядком прояву. Під час виконання профільного аналізу використовують бальні шкали для оцінювання інтенсивності окремих ознак, послідовно визначають прояви відчуття та результати графічно зображують у вигляді профілограм (Rodina, 2004; Duborasova, 2007).

Для проведення профільної оцінки якості продукту залучають п'ять–вісім експертів. Попередньо проводиться їх підготовка та тестування на здатність розрізняти та запам'ятовувати запахи, ідентифікуються пороги їх чутливості та сенсорна нюхова пам'ять (за ISO 6658:1985 Sensory analysis. Methodology. General guidance). Підготовка передбачає знайомство з термінологією проведення сенсорного дослідження для забезпечення відтвореності його результатів. Існують два принципово різні методи виконання профільного аналізу запаху: груповий та індивідуальний. У разі групового методу експерти працюють разом для досягнення єдиної думки щодо оцінки запаху продукту. Лідер групи керує процесом обговорення до досягнення консенсусу стосовно оцінки атрибутів запаху продукту, занотує та інтерпретує отримані дані. У випадку індивідуального методу експерти незалежно один від одного оцінюють свої враження від продукту.

Оцінювання профілю аромату включає декілька етапів. На першому етапі група експертів визначає основні характерні ноти (визначники, дескриптори) аромату досліджуваних зразків продукту та еталонні зразки, які викликають схожі відчуття. Наприклад, сенсорний аналіз трьох видів грибів роду *Pleurotus* дегустаційна комісія здійснювала за такими дескрипторами запаху: грибний (типовий для свіжих їстівних грибів), деревинний, земляний, затхлий, гнильний, рибний та м'ясний

(Zawirska-Wojtasiak et al., 2009). У дослідженнях аромату грибів інших науковців фігурують такі визначники запаху як кормовий, квітковий, медовий, горіховий, скошеної трави (Guedes de Pinho et al., 2008). Для грибів роду *Shiitake* характерні такі визначники запаху: сірчаний, деревинний, свіжих шіітаке, землянистий (Hiraide et al., 2004).

Часто дескриптори поділяють на позитивні та негативні. Наприклад, для гриба *Tricholoma matsutake* Sing. як атрибути запаху, властивого грибам найвищого сорту, визначені сосновий, м'ясний, квітковий, а гриби нижчого сорту мали такі характеристики запаху як спиртовий, металевий, затхлий, вологого ґрунту (Cho et al., 2007).

На наступному етапі експерти визначають послідовність прояву характерних атрибутів запаху, оцінюють ступінь інтенсивності кожного з них, визначають стійкість запаху та загальне враження від аромату продукту. Інтенсивність кожної характерної ноти та загальне враження визначаються за допомогою відповідної шкали. Для цього можуть використовуватися, наприклад, графічна лінійна шкала 0–10 балів (Zawirska-Wojtasiak et al., 2009), числова 1–7 балів (Hiraide et al., 2004) тощо. Отримані дані статистично обробляються та інтерпретуються графічно. Існують різноманітні способи графічного представлення профілю аромату досліджуваного зразка згідно з ISO 6564:1885.

Мета цього дослідження – оцінити вплив різних видів субстратів, що використовуються для отримання плодових тіл гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm., на характер та інтенсивність аромату висушених плодових тіл за допомогою сенсорного профільного методу.

## Матеріал і методи досліджень

Об'єкт дослідження – штам їстівного гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. – ІВК–1535, отриманий із колекції шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Цей штам виділений із природного матеріалу у штаті Техас, США, у 1997 році.

Гриб *P. ostreatus* належить до ксилотрофів, у природі зустрічається частіше за все на мертвій деревині листяних порід дерев. Культивування цього виду здійснюється на різноманітних лігнин- і целюлозовмісних відходах сільськогосподарства, деревопереробної та харчової промисловості. За інтенсивного культивування гриба спостерігається зниження ароматичних властивостей плодових тіл.

Субстрати для культивування гриба – найпоширеніші у південно-східному регіоні України відходи сільськогосподарства та деревопереробної промисловості: соняшникове лушпиння (СЛ), пшенична солома (ПС), відходи від очищення насіння кукурудзи (ВК) та тирса листяних порід дерев (Т), а також природний субстрат – кора дуба (КД). Підготовку та стерилізацію субстратів проводили загальноприйнятими методами (Buhalo et al., 2004). Субстрати запарювали протягом 2 годин, додавали  $\text{CaCO}_3$  у кількості 1% від маси субстрату та стерилізували автоклавуванням за температури 121 °C протягом 30 хвилин двічі з інтервалом у 24 години. Солому попередньо подрібнювали до розміру 2–3 см. Охолоджений субстрат інокулювали посівним міцелієм *P. ostreatus* ІВК–1535. Посівний міцелій отримували на

основі зерна ячменю. Культивування проводили за температури  $26 \pm 1$  °C та вологості 70–80% до повного заростання субстрату міцелієм. Потім ємності із субстратом переносили до ростового приміщення з температурою 15–16 °C, вологістю 80–90% та освітленням 8 годин на добу. Протягом культивування визначали такі параметри росту міцелію *P. ostreatus*: термін обростання субстрату міцелієм, час появи приморд'їв, кількість утворених зростків, усереднену біомасу зростків.

Для сенсорного профільного аналізу проводили відповідну підготовку зразків. Плодові тіла першої хвилі плодоносіння висушували за температури 40 °C. Із кожного зразка відбирали 1 г, подрібнювали, поміщали у скляні флакони з пробками, підігрівали до температури 30–40 °C для кращої емісії запашних речовин. Зразки висушених грибів, вирощених на різних субстратах, досліджували методом сенсорного профільного аналізу.

Експертна дегустаційна комісія складалась із п'яти осіб, підготовлених для проведення органолептичного аналізу. Закодовані зразки висушених грибів представляли комісії для оцінки характеру аромату. Із запропонованих атрибутів запаху, характерного для грибів (грибний, деревний, землянистий, затхлий, гнильний, рибний, м'ясний, кормовий, квітковий, солодкий, горіховий, трав'янистий, кислий), спочатку визначали характерні атрибути запаху, а потім ступінь інтенсивності кожного з них. Інтенсивність прояву атрибутів запаху визначали за п'ятибальною шкалою: 0 – ознака відсутня, 1 – ознака лише упізнається або відчувається, 2 – слабка інтенсивність, 3 – помірна інтенсивність, 4 – сильна інтенсивність, 5 – дуже сильна інтенсивність прояву ознаки. Досліджувані зразки оцінювали тричі.

Отримані дані статистично обробляли вибірковою методом аналізу (Atramentova and Utevs'ka, 2014). За результатами будували профілі аромату зразків висушених грибів у вигляді діаграм. Різницю між даними вважали достовірною за  $P < 0,05$ .

## Результати та їх обговорення

За терміном обростання субстрату міцелієм досліджувані субстрати не мають суттєвої різниці (табл. 1). Однак швидше за все приморд'ї з'явилися на природному субстраті (корі дуба) на 2–3 доби раніше, ніж на інших субстратах. За морфологічними ознаками міцелій штаму *P. ostreatus* ІВК–1535 білий, пухнастий, щільніший на субстратах на основі кукурудзяних відходів, лушпиння соняшника та кори дуба.

Найменша кількість грибних зростків утворилась на субстраті із пшеничної соломи, найбільша – на субстраті на основі кукурудзяних відходів, яка у 5,5 раза більша, ніж на пшеничній соломі, у 2,6 раза більша, ніж на соняшковому лушпинні та у 2,1 раза більша, ніж на тирсі. Зростки, утворені на пшеничній соломі та тирсі, складалися з невеликої кількості плодових тіл (від 1 до 5). Найбільші за масою та кількістю плодових тіл грибні зростки утворилися на субстраті на основі кукурудзяних відходів. На рисунку 1 показано зростки плодових тіл *P. ostreatus* ІВК–1535, отримані на різних субстратах.

У таблиці 2 наведено бальну систему визначення інтенсивності прояву кожного з дескрипторів, представ-

лену дегустаційною комісією для кожного зі зразків висушених грибів. З профілограми (рис. 2) видно, що найвиразніший грибний аромат характерний для *P. ostreatus* IBK-1535, отриманих на корі дуба як на субстраті, набли-

женому до природного. Подібний до нього аромат мають зразки грибів, отримані на тирсі та відходах кукурудзи, але вони мають менш виражені деревні ноти, а у зразку на відходах кукурудзи не відчуваються солодкі ноти запаху.

Таблиця 1

Параметри росту *Pleurotus ostreatus* IBK-1535 на різних варіантах субстрату ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

Варіант субстрату	Термін обростання субстрату міцелієм, доба	Термін появи примордіїв, доба	Кількість грибних зростків на одну банку, шт.	Усереднена біомаса одного зростка, г
Соняшникове лущиння	6	24	14,0 ± 3,67	19,1 ± 4,47
Пшенична солома	7	24	6,7 ± 1,06	20,8 ± 4,55
Кукурудзяні відходи	6	23	37,0 ± 8,42	32,3 ± 1,04
Тирса	6	24	17,7 ± 2,81	15,8 ± 5,34
Кора дуба	7	21	13,7 ± 3,82	20,9 ± 2,40

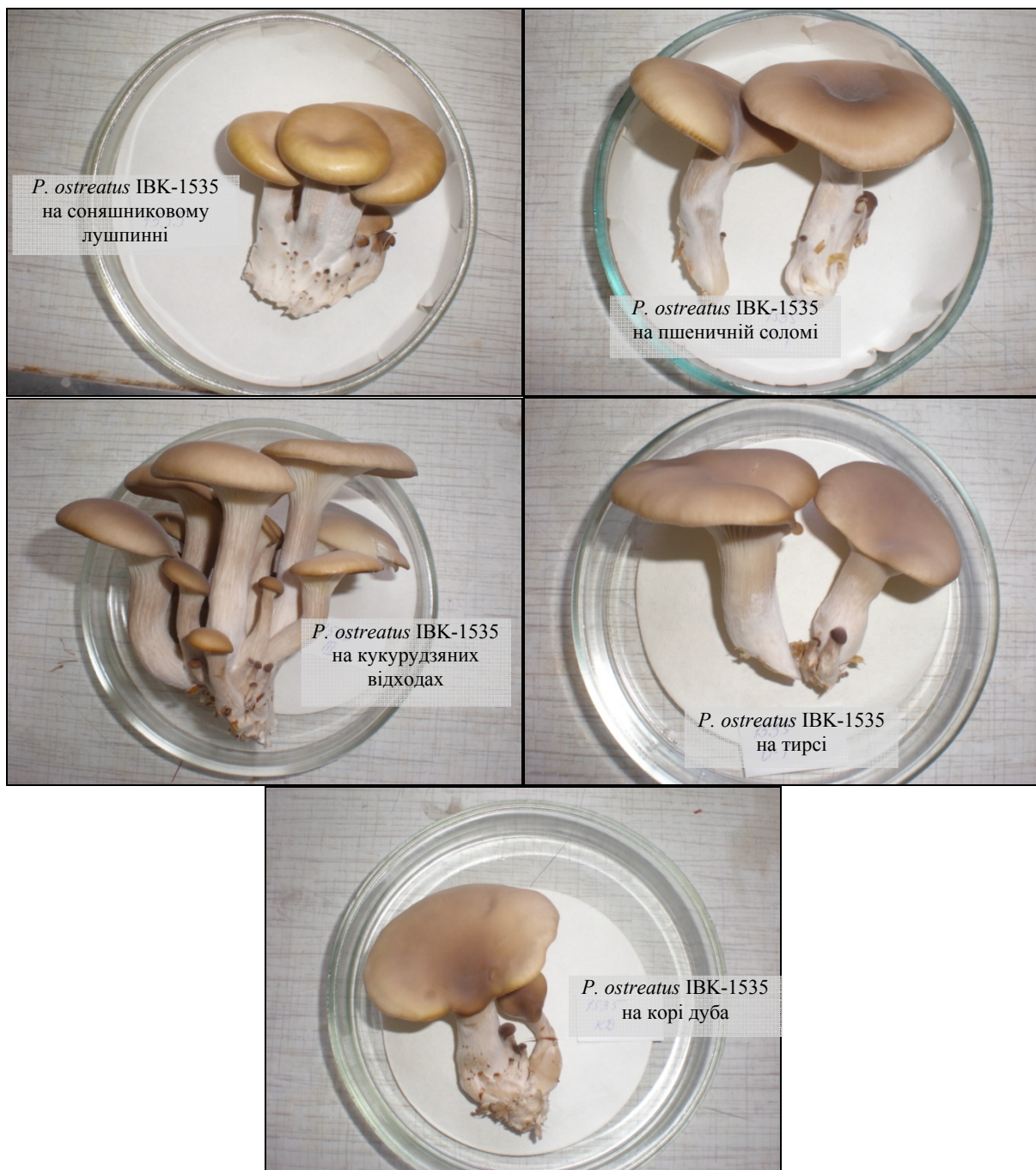
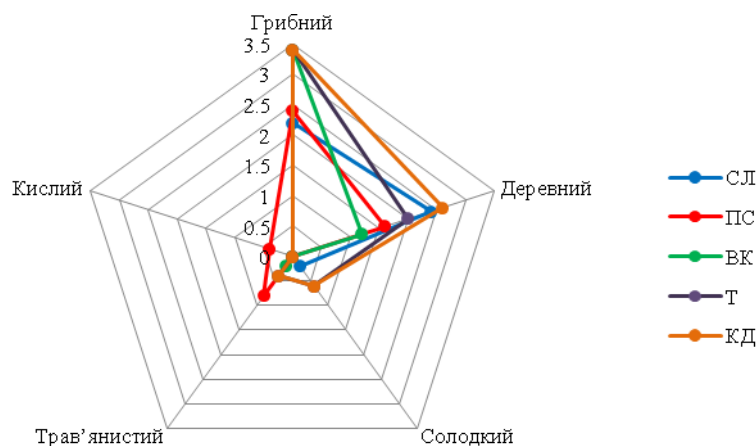


Рис. 1. Грибні зростки *Pleurotus ostreatus* IBK-1535, отримані на різних субстратах

Інтенсивність прояву атрибутів аромату *Pleurotus ostreatus* ІВК-1535 залежно від варіанта субстрату ( $M \pm m$ ,  $n = 15$ )

Варіант субстрату	Інтенсивність атрибутів аромату, бали				
	грибний	деревний	солодкий	трав'янистий	кислий
Соняшникове лушпиння	2,1 ± 0,18	2,3 ± 0,27	0	0	0
Пшенична солома	2,4 ± 0,09	1,6 ± 0,09	0	0,8 ± 0,18	0,6 ± 0,09
Кукурудзяні відходи	3,5 ± 0,09	1,3 ± 0,09	0	0	0
Тирса	3,2 ± 0,18	1,9 ± 0,18	0,6 ± 0,09	0	0
Кора дуба	3,4 ± 0,18	2,6 ± 0,09	0,7 ± 0,09	0,5 ± 0,09	0

Рис. 2. Профілограми запаху різних зразків висушених грибів *Pleurotus ostreatus* ІВК-1535

Гриби, отримані на соняшниковому лушпинні та пшеничній соломі, мають менш виражений грибний аромат, а у зразку на пшеничній соломі відчуються кислі та трав'яністі ноти. Солодкі ноти запаху експерти визначили у зразках грибів, вирощених на тирсі та корі дуба (рис. 2).

Порівняно з ароматами грибів, отриманих на соняшниковому лушпинні та пшеничній соломі, інтенсивніший грибний запах мають зразки грибів на кукурудзяних відходах, тирсі та корі дуба (рис. 2). Достовірно більш виражений деревний аромат відчувався на зразках грибів, вирощених на соняшниковому лушпинні, тирсі та корі дуба порівняно зі зразками, отриманими на відходах кукурудзи. Виявлені солодкі та трав'яністі аромати між собою достовірно не відрізняються, тобто у грибних зразках або проявляються ноти цих запахів, або вони відсутні.

Підсумовуючи вищевказане, зазначимо, що штам *P. ostreatus* ІВК-1535 належить до грибів зі слабкою інтенсивністю грибного запаху, але за допомогою підбору відповідних субстратів (кукурудзяні відходи, тирса, кора дуба) інтенсивність грибного запаху можна підвищити до помірної. Також атрибути запаху грибів цього штаму доволі обмежені та представлені лише п'ятьма нотами, на відміну від атрибутів аромату, зафіксованих у грибів роду *Pleurotus* закордонними авторами (Zawirska-Wojtasiak et al., 2009).

### Висновок

Застосування сенсорного профільного методу аналізу дає можливість оцінити ступінь інтенсивності аромату плодівих тіл вищих їстівних грибів залежно від умов культивування без складних інструментальних методів

аналізу, дозволяє наочно за допомогою графічної побудови профілів аромату визначити вплив окремих факторів процесу культивування на характерні атрибути запаху грибів. Також сенсорний профільний аналіз може застосовуватися для проведення моніторингу ароматів і запахів грибів, що культивуються, для коригування процесу культивування, проведення швидкого оцінювання якості грибної продукції.

### Бібліографічні посилання

- Asmore, L., Craske, J.D., Srzednicki, G., 2014. Volatile compounds in fresh, dried and cooked dried *Agaricus bisporus* using ambient temperature vacuum distillation. *Int. Food Res. J.* 21(1), 263–268.
- Atramentova, L.O., Utevs'ka, O.M., 2014. *Statystyka dlja biologiv* [Statistics for biologists]. NTMT, Kharkiv (in Ukrainian).
- Buhalo, A.S., Bis'ko, N.A., Solomko, J.F., Bilaj, V.T., 2004. *Kul'tivirovanie sjudobnyh i lekarstvennyh gribov* [The cultivation of edible and medicinal mushrooms]. Chernobyl'interinform, Kyiv (in Russian).
- Cho, I.N., Lee, S.M., Kim, S.Y., Choi, H.-K., Kim, K.-O., Kim, Y.-S., 2007. Differentiation of aroma characteristics of pine-mushrooms (*Tricholoma matsutake* Sing.) of different grades using gas chromatography-olfactometry and sensory analysis. *J. Agric. Food Chem.* 55(6), 2323–2328.
- Cronin, P.A., Ward, M.K., 1971. The characterization of some mushroom volatiles. *J. Sci. Food Agric.* 22(9), 477–479.
- Duborasova, T.J., 2007. *Sensornyj analiz pishhevyh produktov. Degustacija vin* [Sensory analysis of food products. Wine degustation]. Moscow (in Russian).
- Guedes de Pinho, P., Ribeiro, B., Goncalves, R.F., Baptista, P., Valentao, P., Seabra, R.M., Andrade, P.B., 2008. Aroma compounds in eleven edible mushroom species: Relation-



- ship between volatile profile and sensorial characteristics. Expression of Multidisciplinary Flavor Science 8, 467–471.
- Hiraide, M., Miyazaki, Y., Shibata, Y., 2004. The smell and odorous components of dried shiitake mushroom, *Lentinula edodes* I: Relationship between sensory evaluations and amounts of odorous components. J. Wood Sci. 50(4), 358–364.
- Mata, G., Valdez, K., Mendoza, R., Trigos, A., 2014. HS/GC-MS analyzed chemical composition of the aroma of fruiting bodies of two species of genus *Lentinus* (higher basidiomycetes). Int. J. Med. Mushrooms 16(5), 477–484.
- Misharina, T.A., Muhutdinova, C.M., Zharikova, G.G., Terenina, M.B., Krikunova, N.I., 2008. Vlijanie termicheskoy obrabotki na sostav letuchih komponentov belyh gribov (*Boletus edulis*) [Effect of heat treatment on the composition of the volatile components of white mushrooms (*Boletus edulis*)]. Himija Rastitel'nogo Syr'ja 3, 97–101 (in Russian).
- Morath, S.U., Hung, R., Bennet, J.W., 2012. Fungal volatile organic compounds: A review with emphasis on their biotechnological potential. Fungal Biol. Rev. 26, 73–83.
- Pyysalo, H., 1976. Identification of volatile compounds in seven edible fresh mushrooms. Acta Chem. Scand. 30(3), 235–244.
- Rapier, S., Cavalie, S., Andary, C., Pelissier, Y., Marion, C., Bessiere, J.-M., 1996. Investigation of some volatile components of seven fresh wild mushrooms (basidiomycetes). J. Essent. Oil Res. 8, 199–201.
- Reineccius, G. (ed.), 1992. Source book of flavors. Springer. Gaithersburg, Maryland.
- Rodina, T.G., 2004. Sensornyj analiz prodovol'stvennyh tovarov [Sensory analysis of food products]. Akademija, Moscow (in Russian).
- Rodina, T.G., Vuks, G.A., 1994. Degustacionnyj analiz produktov [Tasting food analysis]. Kolos, Moscow (in Russian).
- Stijve, T., Amazonas, M.A., Giller, V., 2004. Characterization of flavor and taste compounds in *Agaricus blazei* Murill sensu Heinem., the cultivated almond mushroom. Australasian Mycologist 22(3), 116–122.
- Zawirska-Wojtasiak, R., Siwulski, M., Mildner-Szkudlarz, S., Wasowicz, E., 2009. Studies on the aroma of different species and strains of *Pleurotus* measured by GH/MS, sensory analysis and electronic nose. Acta Sci. Pol. 8(1), 47–61.
- Zawirska-Wojtasiak, R., Siwulski, M., Wasowicz, E., Sobieralski, K., 2007. Volatile compounds of importance in the aroma of cultivated mushrooms *Agaricus bisporus* at different conditions of cultivation. Pol. J. Food Nutr. Sci. 57(3), 367–372.
- Zhou, J., Feng, T., Ye, R., 2015. Differentiation of eight commercial mushrooms by electronic nose and gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Sensors 2015, Article ID 374013.

Надійшла до редколегії 19.08.2016