



DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-19

УДК 635.89

І. І. Бандура, к.с-г.н.

ORCID: 0000-0001-7835-3293

А. Г. Ткаченко

ORCID: 0009-0008-2988-0140

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: iryna.bandura@tsatu.edu.ua, тел.: 097-720-92-04

ОЦІНКА МОРФОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПЛОДОВИХ ТІЛ ЇСТІВНИХ ГРИБІВ *LENTINULA EDODES* ТА *CALOCYBE INDICA* ЯК ОБ'ЄКТІВ ЗБЕРІГАННЯ

Анотація. Вивчення морфологічних особливостей габітусу найбільш поширених чи придатних для промислового культивування штамів дозволяє визначити стратегію організації післязбиральних процедур з метою зменшення механічних ушкоджень грибів та підвищення візуальної привабливості плодів у пакуванні. В роботі наведено алгоритм розрахунків типорозмірів придатної тари та прогнозованої маси грибів у пакуванні відповідно до визначених параметрів та варіативних особливостей габітусу штамів шіїтаке *L. edodes* 3782, 881 і калоцибе індійського *C. indica* 2598. За результатами статистичного аналізу виявлені істотні відмінності між середніми перевірених ознак: маси та висоти плодів тіл, діаметру шапинок тощо. Доведено необхідність індивідуального підходу до підбору типорозмірів тари для удосконалення процесу пакування досліджених культиварів.

Ключові слова: шіїтаке, калоцибе індійський, культивування, пакування, тара, габітус

Постановка проблеми. Гриби цінуються споживачами за унікальний смак та аромат і, у повсякденному меню, використовуються як альтернатива м'ясних страв. Визначено, що кожен з видів грибів має свій унікальний біохімічний склад, відрізняється власним комплексом біоактивних сполук, містить есенціальні елементи та вітаміни, компоненти з активними медичними функціями [1–3]. Розширення асортименту грибів стало необхідним елементом піклування про здоров'я нації у Японії, Китайській народній республіці та Південній Кореї. З грибів роблять хліб, снеки, йогурти, десерти та навіть алкогольні напої [4, 5].

Однак, на сьогодні 90 % ринку України та більше 80 % ринку



Європи належить печериці (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach), а інші види у більшості представлені імпортованою сировиною та консервами. Цей факт, насамперед, пов'язаний з відсутністю адаптованих технологій вирощування інших видів та шляхів переробки їхніх тендітних плодових тіл, що швидко псуються [6, 7]. Втім, цікавість споживачів до нових видів грибів, які мають унікальні споживчі властивості, постійно зростає, що підтверджується їхньою ціною. Вартість гливи звичайної, шіітаке, піопіно (опенька тополевого) та інших на сьогодні від 2 до 10 разів перевищує вартість печериці. Отже, впровадження нових видів у промислове грибівництво України та забезпечення високої якості отриманого урожаю матиме високий економічний потенціал та буде здатним задовольнити актуальні потреби населення.

Аналіз останніх досліджень. В останні роки грибівники світу спрямовують свою увагу на вирощування видів з високим функціональним потенціалом, зокрема високий попит має *Lentinula edodes* (шіітаке), а популярності набуває новий тропічний вид *Calocybe indica* (калоцибе індійський). *L. edodes* за типом харчування належить до типових дереворуйнівних (ксилотрофних видів), які отримують харчування при розкладанні деревини. Гіфи гриба продукують екзоферменти, що руйнують целюлозу та лігнін деревини на прості сполуки. Вид відносять до категорії цінних їстівних і, водночас, лікарських грибів. М'якуш плодового тіла дуже щільний, білий, але при пошкодженні стає коричневим [8]. Шіітаке має широкі температурні межі культивування, але результати наукових досліджень геному 17 різних штамів дозволили розділити їх на три основні групи за температурою диференціації плодових тіл. I група: низькотемпературні L (low) - типу, II - високотемпературні H (high) - типу, а до III групи віднесли середньотемпературні M (medium) та термотолерантні B (broad) – типи [9].

C. indica – тропічний вид, що росте у вузькому діапазоні підвищеної температури (28 - 32 °C). Міцний гриб повністю білого кольору, має тверду консистенцію. Плодові тіла є одними з найбільших за розміром серед видів, що вирощуються штучно. Шапинка становить від 10 до 14 сантиметрів у діаметрі, спочатку опукла, але з віком стає плоскою. Кутикула (шкірка) легко відокремлюється від шапинки. Пластини білі або блідо-рожевого кольору, як у печериці, але за дозрівання набувають коричневого кольору [10]. Ніжка циліндрична, злегка розширена донизу, має висоту 10-20 сантиметрів, без кільця та покривала. Гриб не змінює колір при розрізанні або пошкодженні. М'якуш має м'який смак, маслянистий, і слабкий аромат, що нагадує редис або смак незрілого кокосу [11]. Вид є найбільш популярним культиваром в Індії, а в якості комерційного об'єкту для вирощування



в Україні має суттєві перспективи: відсутність витрат на охолодження культиваційних приміщень влітку, високу біологічну ефективність, короткий технологічний цикл, стійкість до бактеріальних та плісневих інфекцій, низьку собівартість субстратів, привабливий зовнішній вигляд плодових тіл, насичений смак [12].

Однією з основних завдань впровадження означених видів у промислове виробництво є дослідження ефективності післязбиральних процедур, зокрема збільшення тривалості зберігання. Науковці обґрунтовують швидкі процеси старіння грибною сировини окислювальними процесами, які включають ферментну деградацію клітинних і субклітинних структур і макромолекул, а також мобілізацію продуктів розпаду у біомасі [13]. Тому, головним завданням на шляху збільшення тривалості зберігання грибів є зниження активності ферментів, зокрема поліфенолоксидази. Для цього використовують шокове та вакуумне охолодження свіжезібраної продукції до 0...2°C, систему пакування у газомодифікованих середовищах (MAP–Modified atmosphere packaging) зі спеціальними плівковими покриттями, які дозволяють підтримувати необхідне співвідношення вмісту кисню та вуглекислого газу [14].

Однак, крім складу газової суміші, також важливо контролювати рівень відносної вологості всередині пакування з грибами, щоб уникнути утворення конденсату, розвитку плісневих грибів та розмноження бактерій. Більшість полімерних матеріалів (поліетилен, поліпропілен або полівінілхлорид), що використовуються в пакуванні свіжих продуктів, мають нижчу швидкість пропускання водяної пари порівняно зі швидкістю випаровування свіжих продуктів. Таким чином, більшість молекул води, що випаровуються з грибів, не проходить через плівку і залишається всередині упаковки, підвищуючи тиск водяної пари в мікрооточенні плодових тіл. У цих умовах навіть незначне коливання температури може спричинити конденсацію пари всередині пакування, що зумовлює посилення росту мікроорганізмів, а отже появу слизу, запаху гниття, потемніння поверхні грибів [15, 16]. Тому, однією з технік, що сприяє тривалому збереженню якості урожаю, є використання водопоглинаючих полімерних матеріалів, зокрема SAP, виготовлених з поліакрілату, які забезпечують умови ненасиченої вологості.

Відомо, що способи пакування грибів в значній мірі залежать від шляху їх реалізації. Пакування і реалізація грибів насипом в ящиках і коробках прийнятний лише для реалізації на ринках і невеликих магазинах з обслуговуванням покупців продавцем, і абсолютно непридатний для реалізації в магазинах самообслуговування (втрати продукту можуть скласти 60% і більше). Також цей вид упаковки кращий для реалізації в мережі HoReCa (англ «Hotel, Restaurant, Cafe»),



так як при прийманні продукції в цій мережі важливий товарний вигляд продукції, запах і консистенція, визначаються ці показники органолептичним методом в момент реалізації і неможливі при наявності упаковки. Упаковка грибів в дрібну тару по 200...500г, використання поліуретанових лотків з бар'єрними плівками є універсальною і дозволяє реалізувати гриби за всіма напрямками реалізації (крім мережі HoReCa). Терміни реалізації в цьому випадку збільшуються в середньому на 3 – 6 днів при збереженні гарного зовнішнього вигляду продукції [17].

Актуальність вирішення питань, націлених на підвищення ефективності зберігання грибів підтверджується численними публікаціями, втім, практично відсутні роботи присвячені аналізу впливу механічних пошкоджень на якість плодових тіл впродовж післязбиральних процедур. Хоча, не викликає сумнівів той факт, що важливою умовою для зберігання є відсутність порушень структури грибів за рахунок здавлювання, розривів та уражень шкідниками і мікроорганізмами.

Формулювання мети статті. Етапи збирання, очищення, сортування та пакування є критичними з точки забезпечення цілісності плодових тіл, а отже, їхнього подальшого зберігання. Якщо збереження якості грибів на перших етапах цілком залежить від кваліфікації персоналу, то ефективність процесу пакування можливо удосконалити через використання пакувань, які здатні забезпечити вільне, але надійне укладання плодових тіл. Такий підхід дозволяє суттєво знизити кількість механічних ушкоджень. Відомо, що в Україні для найбільш цінних видів грибів кожен з виробників створює власну тару, що значно підвищує вартість продукту. Отже, для технологічних регламентів промислового пакування потрібно дослідити морфологічні особливості плодових тіл цих видів та науково обґрунтувати параметричні розміри доступної тари, укладання в яку мінімально пошкоджувало б тендітні шапинки шіїтаке та калоцибе індійського. Тому метою роботи стало визначення особливостей та варіативності габітусу промислових штамів шіїтаке і калоцибе індійського (*L. edodes* 3782 та 881, *S. indica* 2598), які є найбільш поширеними в Україні, та підбір існуючих варіантів вітчизняної тари для їхнього пакування.

Основна частина. Культивування грибів проводили в умовах ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (с. Садове Мелітопольського р-ну), ТОВ «ЕСМАШ -3» та ТОВ «Фунгіterra» (м. Київ) за наступних мікрокліматичних параметрів: 1) температура вирощування обох штамів *L. edodes* складала 18 ± 1 °C, відносна вологість повітря (ВВП) 90 ± 3 %, вміст CO₂ у складі повітря не перевищував 0,15%, інтенсивність освітлювання 150-300 люкс; 2) вирощування *S. indica* відбувалось за температури 28 ± 2 °C з ВВП 93 ± 3 %, вмістом



CO₂ – до 0,20%, інтенсивність освітлювання 200-300 люкс [18]. Плодові тіла (ПТ) грибів збирали за досягнення технічної стиглості: до початку спороношення. Оцінку габітусу проводили за наступними показниками: загальна маса плодового тіла, діаметр шапинки, висота шапинки, висота ніжки, діаметр ніжки в мм. Для оцінки варіативності показників рандомно відбирали плодові тіла зібраних урожаїв в кількості не менше 100 штук. Статистичний аналіз проводили у надбудові QI Macros (2021) до Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001) код ліцензії 00339-10000-00000-AA963.

За вимогами CODEX STAN 38 пакування свіжих грибів має відбуватися відповідно до вимог «Загальних принципів гігієни харчових продуктів» (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2 (1985), Кодекс Аліментаріус, Том 1). У розділі 6 зазначається, що тара має бути добре заповнена грибами, а у розділі 7 – необхідність перфорації для вільного доступу повітря та підтримання низьких температур впродовж зберігання та розташування на полицях маркетів [19]. Втім, застосування сучасних пакувальних матеріалів, зокрема полівінілхлоридних стрейчових харчових плівок, безпечних при контакті з продуктами, дозволяє забезпечити необхідний газообмін та захистити гриби від мікробіологічної контамінації через отвори перфорації [20]. Звичайно, потрібно враховувати тиск таких плівок на плодове тіла у пакуваннях, що може привести до механічних пошкоджень.

Отже, у регламенті пакування потрібно враховувати 2 фактори: 1) максимальну наповненість для запобігання вільному пересуванню плодових тіл та можливого травмуванню впродовж логістичних операцій, 2) властивості плівки, яка забезпечуватиме утримання плодових тіл у певному положенні та необхідний газообмін. Представлені нижче результати дослідження варіативності морфологічних показників плодових тіл дозволяють спрогнозувати розміри тари, необхідної для виконання поставлених задач (табл. 1).

Таблиця 1

Морфологічні параметри габітусу плодових тіл штамів 3782 та 881 *Lentinula edodes* та *Calocybe indica* (середнє ± ст. відхилення за $n > 50$)

Показник	<i>Lentinula edodes</i>		<i>Calocybe indica</i> 2598	НІР ₀₅
	3782	881		
Маса ПТ, г	13,0 ^c ± 5,9	23,3 ^b ± 9,9	60,6 ^a ± 31,6	6,0
Діаметр шапинки, мм	50,3 ^c ± 8,8	60,9 ^b ± 11,3	68,6 ^a ± 15,1	3,4
Висота шапинки, мм	14,0 ^b ± 2,3	11,2 ^c ± 2,8	30,5 ^a ± 8,9	2,4
Висота ніжки, мм	29,7 ^c ± 6,8	44,2 ^b ± 9,2	77,4 ^a ± 15,6	3,3
Діаметр ніжки, мм	10,7 ^c ± 2,1	18,2 ^b ± 5,2	38,1 ^a ± 9,8	2,7

Примітка: асимптотична значимість за $p < 0,01$, позначена індексами латиницею



Так, середні параметри плодових тіл (ПТ) *C. indica* 2598 значно перевищували показники обох штамів шіїтаке: 1) за масою у 4,7 раза, як порівнювати з *L. edodes* 3782, та у 2,6 раза були важчими ніж ПТ *L. edodes* 881; 2) за діаметром шапинки ширше на 18,5 мм та на 7,7 мм відповідно; 3) висота (товщина) шапинки була більшою ніж у 2 рази в обох варіантах порівняння; 4) висота ніжки була вищою на 47 та на 33 мм відповідно; 5) діаметр ніжки був на 27мм більшим ніж у ПТ *L. edodes* 3782, та на 20 мм як порівняти з *L. edodes* 881. Істотні відмінності ($p < 0,01$) були визначені між дослідженими штамми за всіма перевіреними ознаками. Найменші ПТ мав штам *L. edodes* 3782, які мали значно меншу та тоншу ніжку ніж ПТ штаму *L. edodes* 881, а отже кожен з варіантів потребував індивідуального підходу до вибору пакування.

Важливою складовою для визначання оптимальних параметрів пакування є показники варіативності штаму, зокрема – коефіцієнт варіативності (V_{σ}), який дає змогу визначити різномірність вибірки (врожаю) та коефіцієнт асиметрії варіаційного ряду, що дозволяє визначити схильність загальної вибірки в сторону більших або менших значень. Тобто спрогнозувати реальні відсотки врожаю грибів, який може бути запакований, та відсоток відсортованих за розміром грибів, які можуть продаватися за іншою маркетинговою категорією: великі (*big size*), або навпаки, малі (*baby*). Таке сортування вже застосовується у реалізації печериці і гливи степової (ерінгі) та має своїх шанувальників.

За результатами описової статистики вибірок було визначено, що коефіцієнти варіації всіх досліджених штамів за показником маси ПТ є достатньо високими: $V_{\sigma}(L. edodes 3782) = 0,45$, $V_{\sigma}(L. edodes 881) = 0,42$, а $C. indica 2598 = 0,52$. Отже, врожай цих штамів є неоднорідним у сукупності, бо більше 40% грибів мають параметри, які значно відрізняються від середніх (рис. 1).

Отже, потрібно вводити обов'язкову операцію сортування перед процедурою пакування, для розділення грибів на категорії. Приблизний відсоток різних категорій за масою ПТ можливо розрахувати за вибірковими рядами за допомогою діаграм та коефіцієнтів асиметрії варіаційних рядів урожаю, які за результатами досліду склали: $As(L. edodes 3782) = 2,34$; $As(L. edodes 881) = 0,793$; $As(C. indica 2598) = 1,591$. Відомо, що якщо $As = 0$, то розподіл має симетричну форму; при $As > 0$ розподіл має додатню (правосторонню) асиметрію, схиляється до менших значень; при $As < 0$ — від'ємну (лівосторонню), отже схиляється до більших значень [21]. Отже, доля грибів меншої за середню маси у врожаї усіх досліджених штамів є вищою, але найбільшу асиметрію вибірки спостерігали при вирощуванні *L. edodes* 3782, найнижчу - для штаму *L. edodes* 881.

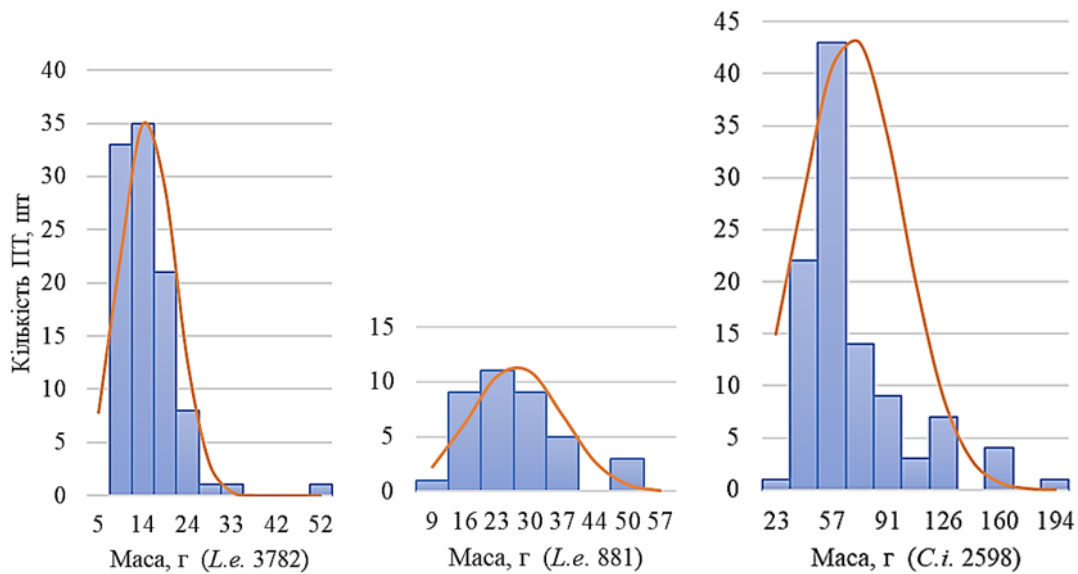


Рисунок 1. Варіативність маси плодових тіл штамів *L. edodes* 3782 та 882, *C. indica* 2598

За отриманою градацією (інтервалами) визначено, що 68% ПТ *L. edodes* 3782 мають масу від 10 до 14 г, а лише 3% більше 28 г. Більшість ПТ штаму *L. edodes* 881 мала масу від 16 до 30 г, що як порівнювати в 2 рази буде зменшувати кількість грибів у пакуваннях однакового параметру [21].

Для вибірки штаму *C. indica* 2598 за показником маси був характерним позитивний ексцес вибірки – 2,38, що дає змогу прогнозувати отримання біля 80% грибів з масою від 40 до 74 г. Вибірка для *L. edodes* 881 за масою мала негативний ексцес (–0,59), що говорить про відносну рівномірність розподілу вибірки, а на практиці – про необхідність універсального пакування, або сортування врожаю не менше ніж за трьома категоріями.

Діаметр шапинок, якщо вкладати їх перпендикулярно чи під кутом до низу ємності буде визначати необхідну висоту пакування. За результатами статистичного аналізу вибірок виявлено відносно низькі коефіцієнти варіації цієї ознаки: $V_{\sigma} = 0,18; 0,19; 0,22$ для *L. edodes* 3782, 882; *C. indica* 2598 відповідно. Якщо для пакування невеликих за розміром плодових тіл *L. edodes* підходить інший варіант укладання шапинок - паралельно до днища, тобто на висоту плодового тіла, то для значно більших за розмірами плодових тіл *C. indica* 2598 підходить лише горизонтальне розташування у пакуванні. Отже, для цього виду діаметр шапинки буде визначальним для прогнозування висоти пакування. 90 % вибірки цього штаму знаходяться в інтервалі від 57 до 90 мм, відповідно висота тари має бути не меншою, ніж визначений діаметр шапинки (рис. 2).

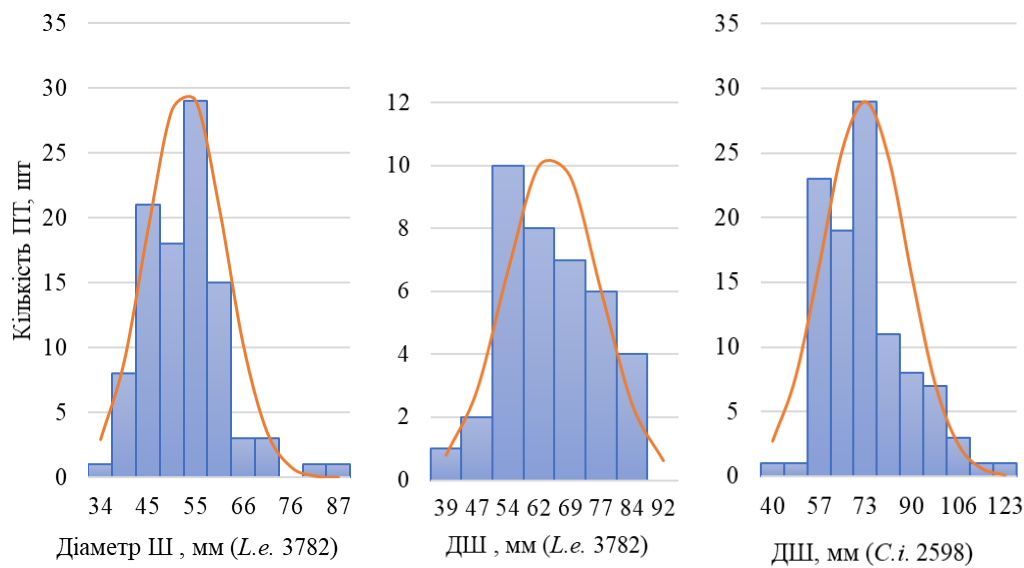


Рисунок 2. Варіативність діаметру шапинок плодових тіл штамів *L. edodes* 3782 та 882, *C. indica* 2598

Отже, необхідна висота ємностей, придатних для пакування плодових тіл досліджених штамів, за умов укладання їх перпендикулярно до днища, за більшістю градацій буде мати не меншою ніж 65 мм для *L. edodes* 3782, 80 мм для *L. edodes* 881 та 90 мм для *C. indica* 2598.

Коефіцієнти асиметрії (A_s) варіаційних рядів склали: (*L. edodes* 3782) = -0,964; *L. edodes* 881 = 0,28, та *C. indica* 2598 = 0,912, що свідчить про нормальність розподілу для вибірки урожаю лише для штаму *L. edodes* 881, тоді як урожай штаму *L. edodes* 3782 мав тенденцію до більших за середній діаметр шапинок, а для *C. indica* 2598 – навпаки, більшість шапинок мала менший від середнього розмір.

Параметричне прогнозування ширини тари у будь-якому варіанті укладання потрібно проводити за сумою діаметрів шапинок. Довжину тари для невеликих за розміром ПТ, до яких можна віднести штами *L. edodes*, можливо розрахувати як за сумою діаметрів ПТ, що будуть укладатись горизонтально, так і за сумою висоти ПТ у разі їх перпендикулярного розташування. Довжину тари для плодових тіл *C. indica* 2598 з довгою ніжкою потрібно визначати лише відповідно до загальної висоти ПТ. Висота ПТ, в свою чергу, визначається за сумою довжини ніжки та висоти шапинки.

Варіативність ознаки висоти ніжки в усіх досліджених штамів не перевищувала 23%, що свідчить про сталість цього показника: V_σ дорівнював 0,23; 0,21; 0,20 для *L. edodes* 3782, 882, *C. indica* 2598 відповідно. Коефіцієнти асиметрії вибірок склали: A_s = -0,05; 0,37 та 0,39 відповідно (рис. 3).

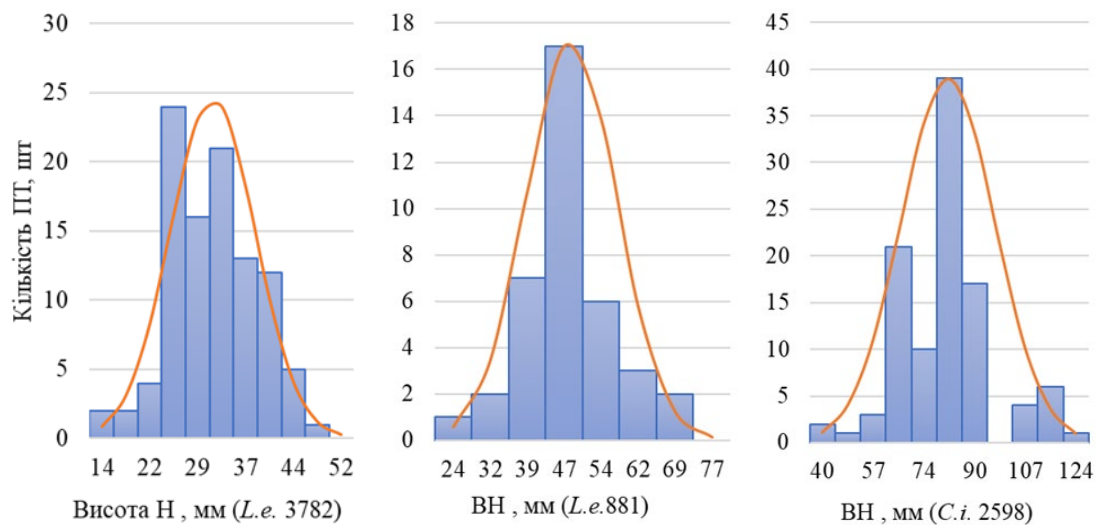


Рисунок 3. Варіативність висоти ніжок плодкових тіл штамів *L. edodes* 3782 та 882, *C. indica* 2598

Отримані результати доводять відносну рівномірність розподілу вибірки. Висота ніжки ПТ 86% урожаю *L. edodes* 3782 була від 25 до 41 мм, 90% урожаю *L. edodes* 881 – від 39 до 54 мм, а 80% ПТ *C. indica* 2598 мали ніжку від 65 до 90 мм.

Висота шапинки досліджених штамів мала розмах варіаційного ряду від 10 до 20 мм у штамів шіїтаке, що не є критичним у визначенні середніх розмірів тари, тоді як для *C. indica* 2598 ця ознака характеризувалася розмахом від 15 до 70 мм (рис.4).

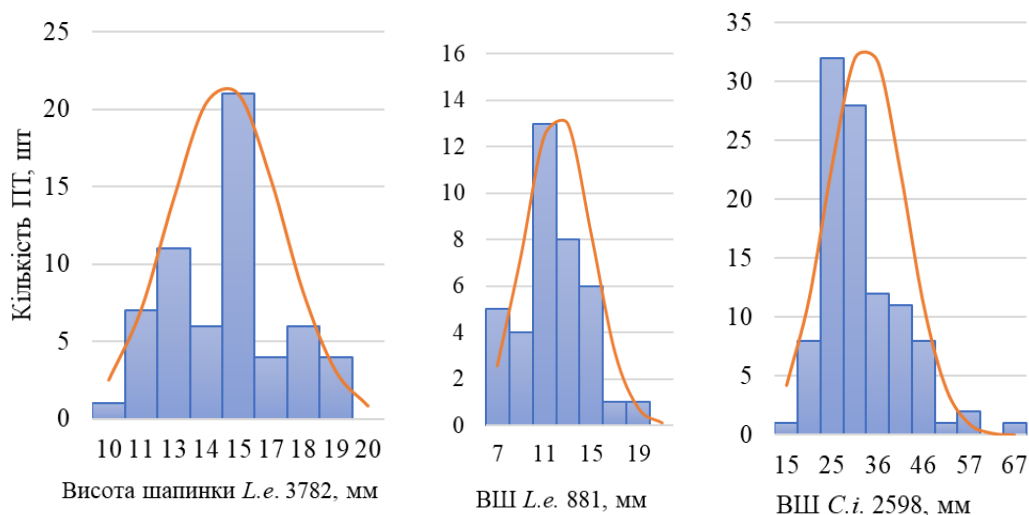


Рисунок 4. Варіативність висоти шапинок плодкових тіл штамів *L. edodes* 3782 та 882, *C. indica* 2598

V_{σ} дорівнював 0,16; 0,25; 0,29, а A_s – 0,43; 0,51; 1,11 для *L. edodes* 3782 та 882, *C. indica* 2598 відповідно, що свідчить про однорідність урожаю з невеликою тенденцією зміщення варіації ознаки у сторону



нижчих значень.

Найпростіші формули для визначення розмірів тари мають такий вигляд:

1) Висота пакування (ВП) = $n \times$ Діаметр шапинки за вертикального укладання шапинок. Для кращого збереження цілісності ПТ бажано, щоб n – кількість плодових тіл дорівнювало 1, тобто гриби уклались одним шаром; у разі декількох шарів формула прогнозування висоти зміниться на $ВП = n \times$ (Висота шапинки + висота ніжки);

2) Ширина пакування = $n \times$ Діаметр шапинки;

3) Довжина пакування (ДП) = $n \times$ (Висота ніжки + висота шапинки, за умови укладання шапинками перпендикулярно до днища ємності, або $ДП = n \times$ Діаметр шапинки, за умови горизонтального (паралельного) розміщення.

За проведеними підрахунками та з оглядом на особливості варіативності габітусу було визначені бажані параметри тари для пакування досліджених штамів за умов розташування ПТ одним шаром. Так для грибів штаму *L. edodes* 3782 розрахунки мають наступний вигляд:

висота $14,0 + 29,7 \approx 44$ (мм);

ширина ($n \times 50,3$) приблизно 150 мм – 200 мм (по 3 – 4 ПТ);

довжина відповідно 150...250 мм (від 3-х до 5-ти ПТ).

Отже, такий результат відповідає розмірам харчових пакувань М4-260/177/45 та М4-260/177/55, які широко представлені на вітчизняному ринку та мають універсальне призначення. Маса грибів у такому пакуванні дорівнюватиме у середньому результатам наступному розрахунку: (середня маса одного ПТ) \times кількість ПТ, отже приблизно від $13 \times 3 \times 3 = 117$ г чи $13 \times 4 \times 5 = 260$ г.

Також, можливим є застосування лотків зі спіненого полістиролу Т-9-40 (240x155x40), що є достатньо економічною альтернативою ПЕТ тари. Більш дорогим, але значно привабливішим варіантом, є застосування типового кошика зі шпону з розмірами 150x120x60 мм. Втім, за рахунок великих отворів у такому пакуванні потрібно зважати на можливість значного зменшення маси грибів впродовж зберігання.

Регламент процесу пакування більших за розмірами плодових тіл штаму *L. edodes* 881 з середнім діаметром шапинки 61мм, висотою шапинки 11 мм та довжиною ніжки 44 мм передбачає використання тари з висотою 50 мм і вище, зокрема М4-260/177/55, що дозволить розмістити по 3 ПТ за шириною та по 4-5 за довжиною. На жаль, існуюча максимальна висота у 40 мм представлених на ринку лотків зі спіненого полістиролу не дає змоги використовувати цю дешеву тару для нетравматичного процесу пакування даного штаму. Також лотки абсолютно непридатні для пакування найбільших за розміром грибів

*C. indica* 2598.

Для пакування калоцибе індійського були розраховані відповідні параметри ємностей: висота від 70 мм до 90 мм (ДШ = $68,6 \pm 15,1$), ширина від 70 до 105 мм ($68 + 38$ (діаметр ніжки)), якщо вкладати 1 чи 2 плодових тіла напроти, шапінкою до ніжки, а довжина не менше 105 - 110 мм (за середніми 31 мм (ВШ) ± 77 мм (ДовжН) = 108 мм). Отже, для пакування грибів *C. indica* 2598 підійдуть ПЕТ ємності TL4-300/70 з розмірами 130x112x70 та ємності, призначені для пакування грибів T7-500/75 з параметрами 143x120x75, для яких передбачені окремі кришки L7-25. Застосування кришок, на наш погляд, дозволить спростити процедуру пакування та сортування, бо надасть можливість пакувати гриби з більшим ніж середні результати діаметром шапінки.

Висновки. Досліджені культивари суттєво відрізнялись за ознаками: найбільшу масу $60,6 \pm 31,6$ г мали плодові тіла штаму *C. indica* 2598, що у 4,7 раза перевищувало середні цієї ознаки *L. edodes* 3782 та у 2,6 раза - *L. edodes* 881. Варіативність параметричних ознак габітусу досліджених штамів була нижчою за 30 %, що дає змогу з високою точністю прогнозувати кількість отримання урожаю певних розмірних категорій та підбирати типорозміри тари для забезпечення нетравматичного пакування. Для *L. edodes* 3782 такими є існуючі варіанти ПЕТ ємностей M4-260/177/45 та M4-260/177/55 та лотки зі спіненого полістиролу T-9-40 (240x155x40). Для пакування урожаю *L. edodes* 881 придатним буде тара M4-260/177/55, а для *C. indica* 2598 - ПЕТ ємності TL4-300/70 з розмірами 130x112x70 та T7-500/75 (143x120x75) з кришками L7-25.

Список використаних джерел

1. Cheung P. C. *Mushrooms as Functional Foods*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 293 p.
2. Maity P. Maity P., Sen I. K., Chakraborty I., Mondal S., Bar H., Bhanja S. K., Mandal S., Maity G.N. Biologically active polysaccharide from edible mushrooms: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. Vol. 172. P. 408–417.
3. Turck D., Castenmiller J., De Henauw S., Hirsch-Ernst K.I., Kearney J., Maciuk A., Mangelsdorf I., McArdle H.J., Naska A., Pelaez C. Safety of Vitamin D2 mushroom powder (*Agaricus bisporus*) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*. Wiley Online Library, 2022. Vol. 20, № 6. P.22.
4. Antontseva E. V., Belyakova T. N., Zabodalova L., Shamtsyan M. Polysaccharides of the oyster mushroom in yogurt production. *Dairy Industry*. 2019. Vol. 2. P. 54–55. URL: https://www.researchgate.net/publication/330975662_Polysaccharides_of_the_oyster_mushroom_in_yogurt_production (accessed: 10.03.2020).



5. Wan-Mohtar W. A., Mahmud N., Supramani S., Ahmad R., Zain N. A., Hassan N. A., Peryasamy J., Halim-Lim S. A. Fruiting-body-base flour from an oyster mushroom - a waste source of antioxidative flour for developing potential functional cookies and steamed-bun. *AIMSAGRI*. 2018. Vol. 3, № 4. P. 481–492.
6. Bandura I., Isikhuemhen O. S., Kulik A., Serduk M., Sucharenko O., Jukova V., Koliadenko V., Gaprindashvili N. Effect of perforation size and substrate bag fruiting position on the morphology of fruiting bodies and clusters in *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. *J App Biol Biotech*. 2021. Vol.9, №3. P. 35–40.
7. Бандура І. І., Кулик А. С., Каліцинський С. С., Сербова І. О. Особливості зберігання грибів родини глива. *Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: друга міжнародна науково-практична конференція, 5–7 вересня 2017 р.* Харків, ХДУХТ. 2017. С.213–214.
8. Bach F. Helm C. V., De Lima E. A., Bellettini M. B., Haminiuk C. W. Influence of cultivation methods on the chemical and nutritional characteristics of *Lentinula edodes*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. Vol. 30. №12. 2019. Pp. 1006–1013.
9. Zhang R., Huang C., Zheng S., Zhang J., Ng T. B., Jiang R., Zuo X., Wang H. Strain-typing of *Lentinula edodes* in China with inter simple sequence repeat markers. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2007. Vol. 74, № 1. P. 140–145.
10. Subbiah K.A., Balan V. A. Comprehensive review of tropical milky white mushroom (*Calocybe indica* P&C). *Mycobiology*. 2015. Vol. 43, № 3. P. 184–194.
11. Datta S., Dubey J., Gupta S., Paul A., Gupta P., Mitra A. K. Tropical milky white mushroom, *Calocybe indica* (Agaricomycetes): An effective antimicrobial agent working in synergism with standard antibiotics. *IJM. Begel House Inc.*, 2020. Vol. 22, № 4. Pp. 335–346.
12. Bandura I., Isikhuemhen O. S., Kulik A., Bisko N. A., Serdyuk M., Khareb V., Khareba O., Ivanova I., Priss O., Tsyz O., Makohon S., Chausov S. Biology and nutritional contents in the culinary-medicinal Milky white mushroom, *Calocybe indica* (Agaricomycetes), during cultivation involving casing and scratching treatments. *Int J Med Mushrooms*. 2021. Vol. 23, №12. С.53–63.
13. del Rio L. A., Pastori G. M., Palma J. M., Sandalio L. M., Sevilla F., Corpas F. J., Jiménez A., López-Huertas E., Hernández J. A. The activated oxygen role of peroxisomes in senescence. *Plant Physiology. American Society of Plant Biologists*, 1998. Vol. 116, № 4. P. 1195–1200.
14. Tao F., Zhang M., Yu H. Effect of vacuum cooling on physiological changes in the antioxidant system of mushroom under different storage conditions. *Journal of Food Engineering. Elsevier*, 2007.



Vol. 79, № 4. P. 1302–1309.

15. Ayala-Zavala J. F. High relative humidity in-package of fresh-cut fruits and vegetables: advantage or disadvantage considering microbiological problems and antimicrobial delivering systems. *Journal of Food Science. Wiley Online Library*. 2008. Vol. 73. №4. Pp. R41–R47.

16. Linke M., Geyer M. Condensation dynamics in plastic film packaging of fruit and vegetables. *Journal of Food Engineering*. Elsevier, 2013. Vol. 116, № 1. P. 144–154.

17. Чернишов І. В. Пакування та реалізація свіжих грибів глива. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв»; Харків: ДБТУ, 2021. С. 408–409.

18. Philippoussis A., Diamantopoulou P., Zervakis G. Monitoring of mycelial growth and fructification of *lentinula edodes* on several agricultural residueS. *Mushroom Biology and Mushroom Products*, Sánchez et al. (eds). 2002. P. 279–287.

19. Standards CODEX ALIMENTARIUS FAO-WHO [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/> (accessed: 07.07.2022).

20. Donglu F., Wenjian Y., Kimatu B.M., Xinxin A., Qihui H., Liyan Zet. Effect of nanocomposite packaging on postharvest quality and reactive oxygen species metabolism of mushrooms (*Flammulina velutipes*). *Postharvest Biology and Technology*. 2016. Vol. 119. P. 49–57.

21. Бахрушин В.С. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів. Запоріжжя. КПУ. 2011. 268 с.

Стаття надійшла до редакції 22.02.2023 р.

**I. Bandura, A. Tkachenko,
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university**

ASSESSING THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FRUITING BODIES OF EDIBLE MUSHROOMS *LENTINULA EDODES* (BERK.) PEGLER, AND *CALOCYBE INDICA* PURKAY. & A. CHANDRA AS STORAGE OBJECTS.

Summary

The study of the morphological features of basidiocarps of the most common or suitable for industrial cultivation strains allows us to determine the strategy of organizing post-harvest procedures in order to reduce mechanical damage to fungi and increase the visual attractiveness of fruiting bodies (FB) in packaging. The paper provides an algorithm for calculating the sizes of suitable containers and the predicted weight of mushrooms in the packaging in accordance with the determined parameters and varying features of the habitus of two strains of shiitake (*L. edodes* 3782, 881) and one strain of milky mushroom (*C. indica* 2598). According to the results of statistical analysis,



significant differences were found between the average of the tested signs: the mass and height of fruiting bodies, the diameter of the caps, etc. The necessity of an individual approach to the selection of container sizes for improving the packaging process of the studied cultivars has been proved.

The studied cultivars differed significantly in characteristics: the largest mass of 60.6 ± 31.6 g had fruiting bodies of the strain *C. indica* 2598, which was 4.7 times higher than the average of FB *L. edodes* 3782 and 2.6 times - *L. edodes* 881. The variability of the parametric characteristics of the habitus of the strains studied was below 30%, which makes it possible to predict with high accuracy the amount of yield of certain size categories and to select container sizes to ensure non-traumatic packaging. For *L. edodes* 3782 such are the existing versions of PET containers M4-260/177/45, and M4-260/177/55 and trays made of expanded polystyrene T-9-40 (240x155x40). For packing the harvest *L. edodes* 881 will be suitable container M4-260/177/55, and for *C. indica* 2598 - PET containers TL4-300/70 with dimensions 130x112x70, and T7-500/75 (143x120x75) with lids L7-25

Key words: shiitake, milky mushroom, crop characteristics, cultivation, packaging, basidiocarps.