

О. Г. Чепрас, магістр

Л. С. Ісакова, магістр

М. В. Прокоф'єва, студентка IV курсу

С. Л. Міресь, к.б.н., доцент

С. В. Білоконь, к.б.н., доцент

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,

кафедра генетики та молекулярної біології,

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: s.v.belokon@onu.edu.ua

ПРИСТОСОВАНІСТЬ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ЗА ДОДАВАННЯ ДО КОРМОВОЇ СУМІШІ *PLEUROTUS* *OSTREATUS*

Досліджено показники пристосованості *Drosophila melanogaster* за додавання до її раціону порошку з плодових тіл гливи звичайної. Встановлено, що при цьому підвищується плодючість мух, особливо старіючих (на 53 %), подовжується тривалість життя (більшою мірою у самок, ніж у самців), збільшується частота спарювань як у самців, так і у самок приблизно на 20 %.

Ключові слова: пристосованість; дрозофіла; плодючість; тривалість життя; репродуктивна активність; *Pleurotus ostreatus*

Лікарські властивості їстівних грибів протягом декількох тисяч років використовуються в народній медицині країн Південно-Східної Азії, а в даний час – і у країнах Західної Європи, Канаді, США, Україні та ін. На їх основі готують біологічно активні добавки, лікарські препарати, кормові добавки, екстракти, енерготоніки та ін. Світовий обсяг продажів цих продуктів складає понад 10 млрд. доларів [11, 17, 26]. Перспективним є вивчення такого штучно вирощеного макроміцета як глива звичайна, який за швидкістю зростання міцелію в 1,5–2 рази перевершує інші види лікарських грибів [1]. Дані останніх років показують виражену антибактеріальну, антивірусну та антиоксидантну активності, нейропротекторну і протипухлинну дію *P. ostreatus* [6, 15, 25, 27, 28].

Для оцінки ефектів біологічно активних речовин, отриманих з плодових тіл *P. ostreatus* дуже зручним тест-об'єктом видається *Drosophila melanogaster*. Саме на дрозофілі можливо дослідити за короткий проміжок часу основні показники життєздатності та онтогенетичної адаптації, такі як плодючість, репродуктивна активність, тривалість життя, виживаність за стресових умов тощо [5, 13]. Метою роботи стало дослідження впливу біологічно-активних речовин порошку з плодових тіл *P. ostreatus* на показники пристосованості *Drosophila melanogaster*.

Матеріали та методи досліджень

У роботі використовували порошок з плодкових тіл *Pleurotus ostreatus* (JACQ.) P.KUMM., штам ONU F 505, у якості тест-об'єкту було обрано лінію мух дико-го типу *Drosophila melanogaster Meigen, 1830 Canton-S*.

Плодові тіла гливи звичайної отримували за стандартної методики вирощування на пастеризованій пшеничній соломі [12]. Зібрані плодові тіла були нарізані шматочками і висушені при 45 °С протягом 24 годин, потім перемелені у порошок.

Культивування мух проводили у скляних банках (200 мл) при температурі 24–25 °С у стандартних умовах, на кормовій суміші, що містить дріжджі, цукор, манну крупу і агар [5]. У досліді до стандартної кормової суміші додавали грибний порошок у кількості 1 %.

Для дослідження плодючості було взято 30 сімей у досліді та контролі протягом п'яти поколінь. Проводили підрахунок кількості імаго з моменту вильоту. Плодючість визначали за кількістю нащадків одної пари мух. Вивчали також показники плодючості за кількістю лялечок в контролі і в досліді на збагаченому порошком гливи живильному середовищі у молодих 2–5 денних і старіючих 9–12 і 15–18 денних мух для з'ясування впливу віку на плодючість.

Статеву активність самців визначали за кількістю останніх, які здійснили парування упродовж 1 години [16]. Для цього особин поміщали до тестерної камери (чиста хімічна пробірка об'ємом 20 см³ без поживного середовища) у співвідношенні $2n_{\text{♀}} : n_{\text{♂}}$, де n – кількість особин, та фіксували відсоток особин чоловічої статі, які здійснили парування упродовж 1 години.

Аналіз статевої рецесивності самиць проводили аналогічно, але особин брали у співвідношенні $n_{\text{♀}} : 2n_{\text{♂}}$ та фіксували долю самиць, які здійснили парування упродовж 1 години. Варіанти, коли жодна з пар у копуляцію не вступила, приймали за «0». Загальний час спостереження – 60 хв.

Тривалість життя мух у контролі і за наявності порошку гриба в живильному середовищі визначали, утримуючи по 10 мух кожної статі в окремих пробірках. Підрахунок живих мух вели щодня. Зміну корму здійснювали кожні три доби, результати виражали кількістю діб, необхідних для загибелі 50% особин (Lt50) [5].

Статистичне опрацювання матеріалу проводили за допомогою програми Statistica 9.0, достовірність розбіжностей досліджених ознак оцінювали за допомогою критерію Стьюдента [3]. Дані наведено як середнє арифметичне значення та похибка середнього ($M \pm m$).

Результати досліджень та їх обговорення

Кількість нащадків організму, отримана за певний проміжок часу – є однією з характеристик пристосованості популяцій [8, 9]. У зв'язку з цим, вивчали показники плодючості в контролі і в досліді на збагаченому порошком гливи

живильному середовищі у молодих 2–5 і старіючих 9–12 і 15–18 денних мух (табл. 1).

Найвищий рівень плодючості було відмічено у мух віком 2–5 днів як у контролі, так і у досліді. Плодючість мух, яким до поживного середовища додавали *P. ostreatus* була достовірно вищою за контроль. У всіх варіантах досліду більш молоді мухи мали вищу плодючість, ніж більш старі батьківські форми. Зниження плодючості залежно від віку батьків в контролі та досліді було майже однаковим. Найбільше покращення показника плодючості за кількістю лялечок при споживанні у корм порошку гливи звичайної відмічалось у 15–18 денних мух – на 53 %. У 2–5 денних мух плодючість покращилася на 12 %, у 9–12 денних – на 6 %. (табл.1).

Таблиця 1

**Плодючість *D. melanogaster* залежно від віку особин,
кількість лялечок від однієї пари ($n = 30$ сімей)**

Варіант досліду	Вік, дні		
	2-5	9-12	15-18
Контроль	52,30 ± 1,98	47,80 ± 1,36*	30,20 ± 0,80*
Дослід	58,60 ± 1,66 ◊	52,30 ± 1,30*◊	46,25 ± 0,52* ◊

Примітка: * Відмінності достовірні у порівнянні з мухами 2–5-денного віку.

◊ Відмінності достовірні у порівнянні з контролем

Відомо, що середовищні фактори, в тому числі і компоненти їжі, взаємодіють з генотипом індивіда як при формуванні адаптацій, так і в процесі розвитку певних патологій [18, 31]. Контроль експресії генів шляхом доступності поживних речовин добре описаний у прокариот і нижчих еукаріот. Показано, що як мажорні (вуглеводи, жирні кислоти, стероли), так і мінольні (мінерали, вітаміни) складові раціону беруть участь у регуляції експресії окремих генів [20], є дані про те, що незамінні амінокислоти, і зокрема метіонін, впливають на тривалість життя і плодючість мух [19].

За вмістом вітамінів *P. ostreatus* знаходиться на рівні м'ясопродуктів, а за кількістю пантотенової кислоти перевершує овочі, фрукти, м'ясо, молоко і рибу. За вмістом біотину глива – один з найбільш багатий цим вітаміном продукт (8–76 мкг / 100 г). За вмістом вітаміну РР, гливі немає рівних серед культивованих грибів. Крім перерахованих вітамінів, в плодівих тілах гливи містяться вітаміни С, D₂, Е, а також вона має в своєму складі 18 амінокислот, 8 з яких незамінні [2, 7]. Раніше в дослідженнях співробітників Інституту здорового старіння в експериментах на дрозофілі було встановлено, що плодючість залежить від кількості метіоніну, а очікувана тривалість життя – від співвідношення метіоніну та інших незамінних амінокислот. Такі результати свідчать

про те, що баланс амінокислот в природній для даного виду їжі не є оптимальним для тривалого життя окремих особин. Природний добір, як і слід було очікувати, оптимізував організм дрозофіл не за довголіттям, а за плодючістю, тобто за ефективністю перетворення їжі в життєздатні яйця [19].

Проведено експеримент щодо визначення рівня плодючості мух лінії *Canton-S* за стандартних умов і за додавання до кормової суміші порошку з плодкових тіл *P. ostreatus* протягом 5 поколінь (табл. 2).

Таблиця 2

Плодючість мух лінії *Canton-S* в стандартних умовах та за додавання гриба *P. ostreatus*, ($n = 30$ сімей)

Лінії мух	Плодючість мух, кількість імаго									
	F ₁		F ₂		F ₃		F ₄		F ₅	
	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
<i>C-S</i> контроль	50,4 ± 1,5	100	48,6 ± 0,7	100	52,7 ± 1,7	100	54,2 ± 2,1	100	53,2 ± 2,3	100
<i>C-S+P.ostreatus</i>	52,1 ± 1,4	103	57,0 ± 1,05*	117	59,2 ± 1,5*	112	62,7 ± 2,5*	116	60,4 ± 1,6*	114

Примітки: * – різниця достовірна у порівнянні з контролем. F₁ – перше покоління; F₂ – друге покоління; F₃ – третє покоління; F₅ – п'яте покоління.

Відмічено, що додавання порошку, отриманого із плодкових тіл *P. ostreatus*, до харчової суміші мух, підвищує рівень плодючості, починаючи з другого покоління мух. Підвищення плодючості було не досить суттєвим і майже однаковим протягом чотирьох поколінь (на 12–17 %). Але найбільш виразний вплив було відмічено у нащадків другого покоління (табл. 2).

Аналіз досліджень показує, що біологічно активні речовини *P. ostreatus* мають значний позитивний вплив на організм, стимулюють та зміцнюють імунітет [14]. Корисні для здоров'я властивості *P. ostreatus* зумовлені вмістом широкого спектра біологічно-активних компонентів, таких як ловастатин, плевран, [21, 28] амінокислот – цистеїн, метіонін і аспарагінова кислота [24], білків, вуглеводів, мінеральних речовин – кальцію, заліза і фосфору, та вітамінів – тіаміну, рибофлавіну та ніацину [30].

Drosophila melanogaster є унікальною модельною системою для вивчення контролю вроджених форм поведінки. Більшість досліджуваних ознак статевої поведінки мають полігенну природу Успадковуються ознаки статевої поведінки згідно з різними моделями: материнський чи батьківський типи успадкування, ефект домінування, різні типи взаємодії генів. Тим не менше, практично відсутні дослідження, у яких вивчали б внесок статевої поведінки у загальну пристосованість. На статево поведінку, як і кожен іншу ознаку, під час фор-

мування в онтогенезі впливає ціла низка факторів внутрішнього середовища організму та оточуючого середовища [8, 9, 22].

Статеву поведінку мух за показниками статевої активності самців та статевої рецептивності самок за впливу порошку гриба гливи звичайної вивчали у батьківських форм та нащадків F_1 . Результати відображено на рис. 1.

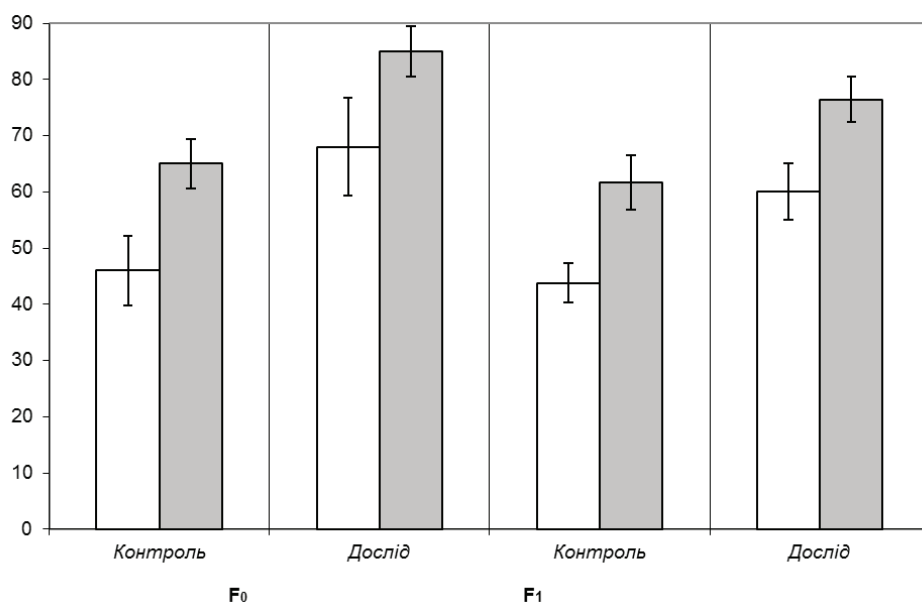


Рис. 1. Репродуктивна активність мух лінії C-S (F_0 та F_1):

Примітка: * – різниця достовірна у порівнянні з контролем, по осі ординат – відсоток особин, що здійснювали парування протягом 1 години

Найбільша кількість спарювань притаманна мухам дикого типу лінії C-S після споживання кормової суміші з порошком плодових тіл *P. ostreatus*. Кількість спарювань збільшилась, як у самців так і у самок, що може свідчити про стимулювальну дію гриба. У батьківських форм F_0 і нащадків F_1 кількість спарювань збільшилась як у самок, так і у самців майже однаково, приблизно на 20 % (рис. 1).

Висловлюється припущення, що взаємозв'язок між репродуктивною активністю і тривалістю життя може визначатися на генетичному рівні (тобто є певні гени або генетичні комплекси, які зумовлюють здатність до високої репродуктивної активності на ранніх етапах життя і короткою тривалістю життя або навпаки). У низці робіт, у яких здійснювали селекцію на велику тривалість життя у дрозофіли, такий взаємозв'язок насправді був продемонстрований [32], хоча результати деяких досліджень свідчать про її відсутність [29]. Так, при вивчен-

ні асоціацій між компонентами ранньої пристосованості і тривалістю дрозозфіли на індивідуальному рівні подібний взаємозв'язок не був виявлений [23].

Порошок із плодкових тіл *P. ostreatus* сприяє підвищенню тривалості життя більшою мірою самок ніж самців. Отримані результати показали, що середній термін життя експериментальних самок, у порівнянні з контрольними, було подовжено на 8–10 днів, тоді як експериментальні самці жили довше всього на 4–7 днів (рис. 2).

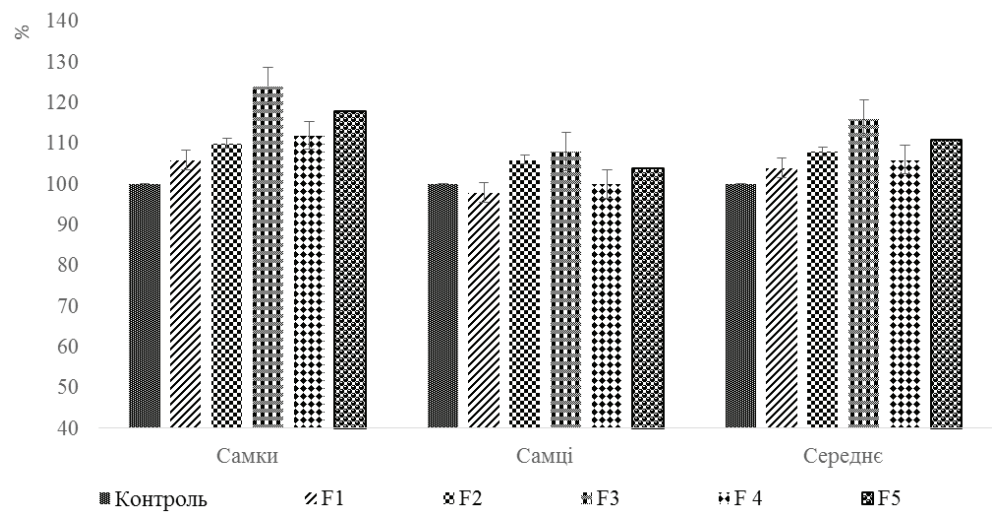


Рис. 2. Тривалість життя мух лінії Canton-S за стандартних умов і за додавання до кормової суміші порошку з плодкових тіл *P. ostreatus* протягом 5 поколінь

Відмічене покращення тривалості життя мух за додавання *P. ostreatus* можна пояснити тим, що *P. ostreatus* має в своєму складі 18 амінокислот, 8 з яких незамінні (ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, триптофан, треонін, валін), а також, характеризується високим вмістом водорозчинних (тіамін B1, рибофлавін B2, ніацин B5, PP, піридоксин B6, біотин B7, аскорбінова та пантотенова кислота) і жиророзчинних (кальциферол, ергостерол, токоферол) вітамінів [2, 4, 7].

Таким чином, порошок із плодкових тіл *P. ostreatus* має біологічно активні речовини, які справляють загальнотонізуючий вплив і покращують роботу всіх систем організму, що сприяє збільшенню тривалості життя і плодючості мух.

Висновки

1. Додавання до раціону дрозозфіли порошку гливи звичайної покращує показники плодючості, причому найбільше її підвищення на 53 % спостерігалась у старіючих мух.

2. Порошок із плодкових тіл *P. ostreatus* сприяє підвищенню тривалості життя мух лінії *Canton-S*, більшою мірою у самок, ніж у самців.

3. Додавання порошку *P. ostreatus* до харчової суміші мух протягом п'яти поколінь підвищує рівень їх плодючості, починаючи з другого покоління.

4. Харчування порошком гливи мух лінії *Canton-S* приводить до збільшення частоти спарювань як у самців, так і у самок приблизно на 20 %.

Стаття надійшла до редакції 02.04.2018

Список використаної літератури

1. Авагян И. А. Возможности применения грибных экстрактов в терапевтических целях / И. А. Авагян // Фарма. – 2014. – № 9. – С. 100–104.
2. Алексеенко Е. Н. Пищевая, лечебная и экологическая ценность грибов *Pleurotus ostreatus* / Е. Н. Алексеенко, Т. М. Полишко, А. И. Винников // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18. – Т. 1. – С. 3–9.
3. Атраментова Л. А. Статистические методы в биологии: Учебник / Л. А. Атраментова, О. М. Утевская — Горловка: Ліхтар, 2008. — 248 с.
4. Бадалян С. М. Основные группы и терапевтическая значимость биоактивных метаболитов, образуемых макромицетами / С. М. Бадалян // Проблемы мед. микологии. – 2001. – Т. 3, № 1. – С. 16–23.
5. Білоконь С. В. *Drosophila melanogaster* mg. як тест-об'єкт скринінгу ксенобіотиків на акарицидну активність / С. В. Білоконь // Біологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого. – 2015. – 5 (1). – С. 145–155.
6. Вассер С. П. Наука о лекарственных грибах: современные перспективы, достижения и проблемы / С. П. Вассер // Макромицеты: лекарственные свойства и биологические особенности. – Т. 2. – К.: Наш формат, 2016. – С. 7–40.
7. Величко Н. А. Химический состав плодового тела гриба *Pleurotus ostreatus* (Fr) Kumm / Н. А. Величко, З. Н. Берикашвили // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 4 – С. 274–278.
8. Волкова Н. Е. Влияние возраста родителей на половое поведение *Drosophila melanogaster* / Н. Е. Волкова, Н. В. Немчук, Л. И. Воробьева // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия: биология. – 2005. – Вып. 1–2. – № 709. – С. 77–84.
9. Волкова Н.Е. Вплив штучних перебудов генотипу на адаптивно значущі ознаки поведінки *Drosophila melanogaster* / Н. Е. Волкова, Д. С. Григор'єв, В. В. Костенко, Л. І.Воробйова // Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. Серия: биология. – 2011. – Вып. 14. – № 971. – С. 82–91.
10. Гаврилюк К. Взаємозв'язок між репродуктивною активністю і тривалістю життя *Drosophila melanogaster* / К. Гаврилюк, О. Коляда, О. Забуга, А. Бажинова, Д. Красненков, В. Кухарський, О. Вайсерман // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 66. – С. 29–34.
11. Дуденко Ю. Ю. Біологічно активні сполуки лікарського гриба *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr) P. Karst. / Ю. Ю. Дуденко, С. Л. Мірсь, В. О. Іваниця // Мікробіологія і біотехнологія. – 2012. – № 2. – С. 6–19.
12. Дудка И. А. Методические рекомендации по промышленному культивированию съедобных грибов / И. А. Дудка, С. П. Вассер, Н. А. Бисько. – К. : Наук. думка, 1987. – 70 с.
13. Жукова М. В. Влияние голодания на продолжительность жизни и апоптоз в клетках яичников *Drosophila melanogaster* / М. В. Жукова, Е. В. Киселева // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Том 15. – № 1 – С. 48–155.
14. Карпов Ф. Ф. Влияние параметров культивирования на качество плодовых тел вешенки / Ф. Ф. Карпов // Школа грибоводства. – 2001. – № 2. – С. 9–13.
15. Поляков В. Ю. Синергизм действия экстракта мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* и медицинских цитостатиков на пролиферацию и апоптоз трансформированных клеток / В. Ю. Поляков, Г. И. Кирьянов, В. П. Герасименя, А. Е. Орлов, Е. М. Лазарева, М. И. Мурашева, Ю. С. Ченцов // Биологические мембраны. – 2007. – Т. 24. – № 5. – С. 379–388.

16. Субочева Е. А. Репродуктивное поведение самцов в линиях *Drosophila melanogaster*, отличающихся по аллелям гена *flamenco* / Е. А. Субочева, Н. И. Романова, Н. Н. Карпова и др. // Генетика. – 2003. – Т. 39. – № 5. – С. 675–681.
17. Cojocaru S. Water soluble *Pleurotus ostreatus* polysaccharide down-regulates the expression of MMP-2 and MMP-9 in Caco-2 cells / S. Cojocaru, M. Radu, L. G. Bodea, M. M. Cimpeanu, G. Gheorghita, G. Stoian, A. Dinischiotu // Not. Bot. Horti. Agrobi. – 2013. – V. 41. – № 2. – P. 553–559.
18. Firso F. Gene-nutrient interactions in one-carbon metabolism / F. Firso, S.-W. Choi // Current Drug Metabolism. – 2005. – Vol. 6. – P. 37–46.
19. Grandison R. C. Amino-acid imbalance explains extension of lifespan by dietary restriction in *Drosophila* / R. C. Grandison, M. D. W. Piper, L. Partridge // Nature. – 2009. – Vol. 462. – P. 1061–1065.
20. Grimaldi P. A. Fatty acid regulation of gene expression / P. A. Grimaldi // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care. – 2001. – Vol. 4. – P. 433–437.
21. Gunde-Cimerman N. *Pleurotus* fruiting bodies contain the inhibitor of 3-hydroxy-3 methylglutaryl-coenzyme A reductase-lovastatin / N. Gunde-Cimerman, A. Cimerman // Exp. Mycol. – 1995. – V. 19. – № 1. – P. 1–6.
22. Kudupali S. L. Influence of age on mating and fitness of *Drosophila melanogaster* / S. L. Kudupali, N. Shivanna // Dros. Inf. Serv. – 2013. – Vol. 96. – P. 71–75.
23. Le Bourg E. Reproductive fitness and longevity in *Drosophila melanogaster* / E. Le Bourg, F. A. Lints, J. Delince, C. V. Lints // Exp. Gerontol. – 1988. – Vol. 23. – P. 491–500.
24. Mattila P. Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland / P. Mattila, P. Salo-Vaananen, K. Konko, H. Aro, T. Jalava // J. Agric. Food. Chem. – 2002. – V. 50. – № 22. – P. 6419–6422.
25. Morris H. J. Immunomodulating properties of *Pleurotus* sp. fruiting bodies powder on cyclophosphamide treated mice / H. J. Morris, G. Llauradó, A. Gutiérrez, Ya. Lebeque, R. Fontaine, Ya. Beltrán, N. García, R. Bermúdez, I. Gaime-perraud // Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7). – 2011 – P. 324–333.
26. Patel Y. Medicinal Properties of *Pleurotus* species: oyster mushroom / Y. Patel, R. Naraian, V. K. Singh // World J. Fungal & Plant Biol. – 2012. – V. 3. – № 1. – P. 1–12.
27. Saltarelli R. Biochemical characterization and antioxidant and antiproliferative activities of different *Ganoderma* collections / R. Saltarelli, P. Ceccaroli, M. Buffalini, L. Vallorani, L. Casadei, A. Zambonelli, M. Lotti, S. Badalyan, V. Stocchi // J. Mol. Microbiol. Biotechnol. – 2015. – V. 25. – P. 16–25.
28. Teplyakova T. Fungal Bioactive compounds with antiviral effect / T. Teplyakova, T. Kosogova // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2015. – V. 3. – P. 357–371.
29. Wit J. Longevity for free? Increased reproduction with limited trade-offs in *Drosophila melanogaster* selected for increased life span / J. Wit, P. Sarup, N. Lupsa, H. Malte, J. Frydenberg, V. Loeschke // Exp. Gerontol. – 2013. – Vol. 48. – N 3. – P. 349–357.
30. Wolff E.R. Antimicrobial and antineoplastic activity of *Pleurotus ostreatus* / E. R. Wolff, E. Wisbeck, M. L. Silveira, R. M. Gern, M. S. Pinho, S. A. Furlan // Appl. Biochem. Biotechnol. – 2008. – V. 151. – P. 402–412.
31. Zera A. J. The physiology of life history trade-offs in animals / A. J. Zera, L. G. Harshman // Annu. Rev. Ecol. Syst. – 2001. – Vol. 32. – P. 95–12.
32. Zwaan Bas Direct selection on life span in *Drosophila melanogaster* / Bas Zwaan, R. Bijlsma, R. F. Hoekstra // Evolution. – 1995. – Vol. 49. – P. 649–659.

**О. Г. Чепрас, Л. С. Исакова, М. В. Прокофьева, С. Л. Мирось,
С. В. Білоконь**

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра генетики и молекулярной биологии,
ул. Дворянская, 2, Одеса, 65082, Украина, e-mail: s.v.belokon@onu.edu.ua

ПРИСПОСОБЛЯЕМОСТЬ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В КОРМОВУЮ СМЕСЬ *PLEUROTUS* *OSTREATUS*

Резюме

Проблема. Перспективным является изучение такого искусственно выращенного базидиомицета как *Pleurotus ostreatus*, который проявляет выраженную антибактериальную, антивирусную и антиоксидантную активность, нейропротекторное и противоопухолевое действие. Для оценки эффектов биологически активных веществ, полученных из плодовых тел *P. ostreatus*, очень удобным тест-объектом является *Drosophila melanogaster*. На дрозофиле удобно исследовать за короткий промежуток времени основные показатели жизнеспособности и онтогенетической адаптации, такие как плодовитость, репродуктивная активность, продолжительность жизни и т.д.

Целью работы явилось исследование влияния биологически активных веществ порошка из плодовых тел *P. ostreatus* на показатели приспособленности *Drosophila melanogaster*, а именно на плодовитость, продолжительность жизни и репродуктивную активность мух.

Результаты. Изучали показатели плодовитости в контроле и в опыте на обогащенной порошком вешенки питательной среде у молодых и стареющих мух. Установлено увеличение плодовитости по количеству куколок в опыте у 15–18 дневных мух на 53 % по сравнению с контролем.

Плодовитость мух линии *Canton-S* при добавлении в питательную смесь порошка из плодовых тел *P. ostreatus* в течение 5 поколений улучшилась начиная со второго поколения на 12–17 %.

Изучали половое поведение мух по показателям половой активности самцов и половой рецептивности самок в опыте и контроле у родительских форм F_0 и потомков F_1 . Установлено увеличение количества спариваний на 20 %, как у самцов, так и у самок.

Продолжительность жизни мух, которые питались питательной смесью с добавлением порошка из плодовых тел *P. ostreatus* на протяжении пяти поколений улучшилось в большей мере у самок, чем у самцов.

Выводы. Порошок из плодовых тел *P. ostreatus* оказывает на мух линии *Canton-S* общетонизирующее влияние и улучшает работу всех систем, что способствует увеличению продолжительности жизни, плодовитости и репродуктивной активности мух.

Ключевые слова: приспособленность; дрозофила; плодовитость; продолжительность жизни; репродуктивная активность; *Pleurotus ostreatus*

O. G. Chepras, L. S. Isakova, M. V. Prokofeva, S. L. Miros, S. V. Bilokon
Odesa National Mechnykov University, Department of Genetics and Molecular
Biology,
2, Dvoryanska str., Odesa, 65082, Ukraine, e-mail: s.v.belokon@onu.edu.ua

ADAPTABILITY OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* UNDER CONDITIONS OF ADDING *PLEUROTUS OSTREATUS* TO NUTRIENT MIXTURE

Abstract

Problem Prospective is the study of such an artificially grown Basidiomycete as *Pleurotus ostreatus*, which has pronounced antibacterial, antiviral and antioxidant activity, neuroprotective and antitumor effect. *Drosophila melanogaster* is a very convenient test object to assess the effects of biologically active substances obtained from *P. ostreatus* fruit bodies. It is convenient to examine the main indicators of viability and ontogenetic adaptation, such as fertility, reproductive activity, life expectancy, etc. for a short period of time on the fruit fly.

Purpose The aim of the work was to study the effect of the biologically active substances of the powder from the *P. ostreatus* fruit bodies on the adaptability indicators of *Drosophila melanogaster*, such as fecundity, longevity and reproductive activity of flies.

Results The fertility indices in the control and in the experiment on powdered oyster mushroom in nutrient medium in young and aging flies were studied. An increase in the fertility by the number of pupae in the experiment by 53 % compared to the control was observed in 15-18 day flies.

Fertility of the Canton-S line flies increased from the second generation by 12-17 %, when powder from *P. ostreatus* fruit body was added to the nutrient mixture for 5 generations.

Sexual behavior of flies was studied by the indicators of male sexual activity and sexual receptivity of females in the experiment and control in the parent forms F_0 and descendants F_1 . An increase in the number of matings by 20 % was established, both for males and females.

The lifespan of flies that fed on a nutrient mixture with the addition of powder from the fruit bodies of *P. ostreatus* over five generations increased more in females than in males.

Conclusions Powder from *P. ostreatus* fruit bodies produces a tonic effect on the flies of the Canton-S line and improves the performance of all systems, which contributes to an increase in the longevity, fertility and reproductive activity of flies.

Key words: adaptability; fruit flies; fertility; life expectancy; reproductive activity.

Referenes

1. Avagyan I. A. (2014) «Fungal extracts applications possibilities for therapeutic purposes» [«Vozmozhnosti primeneniya gribnyih ekstraktov v terapevticheskikh tselyah»], Farma, No. 9, pp. 100-104.
2. Alekseenko O. M., Polishko T. M., Vinnikov A. I. (2010) «Food, medicinal and environmental values of mushrooms *Pleurotus ostreatus*» [«Pischevaya, lechebnaya i ekologicheskaya tsennost gribov *Pleurotus ostreatus*»], Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology., Vol. 18, No. 1, pp. 3-9.
3. Atramentova L. A., Utevskaia O. M. (2008) Statistical methods in biology [Statisticheskie metody v biologii], Gorlovka: Vidavnistvo Lihtar, 248 p.

4. Badalyan S.M. (2001) «The main groups and therapeutic significance of bioactive metabolites formed by macromycetes» [«Osnovnyie gruppy i terapevticheskaya znachimost bioaktivnykh metabolitov, obrazuemyykh makromitsetami»], Problems of medical mycology, Vol. 3, No. 1, pp. 16-23.
5. Bilokon S.V. (2015) «*Drosophila melanogaster* mg. as a test object for screening xenobiotics for acaricidal activity» [«*Drosophila melanogaster* mg. yak test-obiekt skryninhu ksenobiotyktiv na akarytsydney aktivnist»], Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Vol. 5, No. 1, pp. 145-155.
6. Vasser S. P. (2016) «The science of medicinal mushrooms: current perspectives, achievements and problems» [«Nauka o lekarstvennykh gribah: sovremennyye perspektivy, dostizheniya i problemy»], Macromycetes: medicinal properties and biological peculiarities, Vol. 2, pp. 7-40.
7. Velichko N. A., Berikashvili Z. N. (2008) «Chemical composition of the fruiting body of the fungus *Pleurotus ostreatus* (Fr) Kumm» [«Himicheskyy sostav plodovogo tela griba *Pleurotus ostreatus* (Fr) Kumm»], Vestnik KrasGAU, Vol. 4, pp. 274-278.
8. Volkova N. Ye., Nemchuk N. V., Vorobjova L. I. (2005) «The parental age effect on *Drosophila melanogaster* mating behavior» [«Vliyaniye vozrasta roditel'ey na polovoe povedeniye *Drosophila melanogaster*»], The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series: biology, Vol. 1-2, No. 709, pp. 77-84.
9. Volkova N. Ye., Grigoryev D. S., Kostenko V. V., Vorobyova L. I. (2011) «The effect of artificial genotype rearrangements on behavior adaptively significant traits of *Drosophila melanogaster*» [«Vplyv shtuchnykh perebudov henotypu na adaptivno znachushchiy oznaky povedinky *Drosophila melanogaster*»], The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: biology, Vol. 14, No. 971, pp. 82-91.
10. Gavrilyuk K., Kolyada O., Zabuga O., Bazhynova A., Krasnenkov D., Kuhars'kyj V., Vaiserman O. (2014) «Association between reproductive activity and life span in *Drosophila melanogaster*» [«Vzaimozv'iazok mizh reproduktyvnoyu aktivnistiu i tryvalistiu zhyttia *Drosophila melanogaster*»], Visnyk of the Lviv University. Series: biology, Vol. 66, pp. 29-34.
11. Dudenko Yu., Mirosh S., Ivanytsia V. (2012) «Biologically active substances of medical mushroom *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr) P. Karst» [«Biolohichno aktivni spolyuky likarskoho hryba *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr) P. Karst»], Microbiology and biotechnology, No. 2, pp. 6-19.
12. Dudka I. A., Vasser S. P., Bisko N. A. (1987) Methodical recommendations for the industrial cultivation of edible fungi [Metodicheskie rekomendatsii po promyshlennomu kultivirovaniyu s'edobnykh gribov], Kiev: Naukova dumka, 70 p.
13. Zhukova M. V., Kiseleva E. V. (2011) «Influence of starvation on the lifespan and apoptosis in ovarian cells of *Drosophila melanogaster*» [«Vliyaniye golodaniya na prodolzhitel'nost' zhizni i apoptoz v kletkakh yaichnikov *Drosophila melanogaster*»], Vavilov Journal of Genetics and Breeding, Vol. 15, No. 1, pp. 148-155.
14. Karpov F. F. (2001) «Effect of the cultivation parameters on the quality of the fruiting bodies of oyster mushroom» [«Vliyaniye parametrov kultivirovaniya na kachestvo plodovykh tel veshenki»], Shkola gribovodstva, No. 2, pp.9-13.
15. Polyakov V. Yu., Kiryanov G. I., Gerasimenya V. P., Orlov A. E., Lazareva E. M., Murasheva M. I., Chentsov Yu. S. (2007) «Synergistic action of the extract from mycelial fungus *pleurotes ostreatus* and some cytostatic drugs on proliferation and apoptosis of transformed cells» [«Sinergizm deystviya ekstrakta mitseliya griba *Pleurotus ostreatus* i meditsynskikh tsitostatikov na proliferatsiyu i apoptoz transformirovannykh kletok»], Biologicheskie Membrany, Vol. 24, No. 5, pp. 379-388.
16. Subocheva E. A., Romanova N. I., Karpova N.N., Kim A. (2003) «Male reproduction behavior in *Drosophila melanogaster* strains with different alleles of the flamenco gene» [«Reproduktivnoye povedeniye samtsov v liniyakh *Drosophila melanogaster*, otlichayuschih'sya po allelyam gena flamenco»], Russian Journal of Genetics, Vol. 39, No. 5, pp. 675-681.
17. Cojocaru S., Radu M., Bodea L. G., Cimpeanu M. M., Gheorghita G., Stoian G., Dinischiotu A. (2013) «Water soluble *Pleurotus ostreatus* polysaccharide down-regulates the expression of MMP-2 and MMP-9 in Caco-2 cells», Not. Bot. Horti. Agrobo, Vol. 41, No. 2, pp. 553-559.
18. Firso F., Choi S.-W. (2005) «Gene-nutrient interactions in one-carbon metabolism, Current Drug Metabolism», Vol. 6, pp. 37-46.
19. Grandison R. C., Piper M. D. W., Partridge L. (2009) «Amino-acid imbalance explains extension of lifespan by dietary restriction in *Drosophila*», Nature, Vol. 462, pp. 1061-1065.
20. Grimaldi P. A. (2001) «Fatty acid regulation of gene expression», Curr.Opin. Clin. Nutr. Metab. Care, Vol. 4, pp. 433-437.
21. Gunde-Cimerman N., Cimerman A. (1995) «*Pleurotus* fruiting bodies contain the inhibitor of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase-lovastatin», Exp. Mycol., Vol. 19, No. 1, pp. 1-6.
22. Kudupali S. L., Shivanna N. (2013) «Influence of age on mating and fitness of *Drosophila melanogaster*», Dros. Inf. Serv., Vol. 96, p. 71-75.

23. Le Bourg E., Lints F. A., Delince J., Lints C. V. (1988) «Reproductive fitness and longevity in *Drosophila melanogaster*», Exp. Gerontol., Vol. 23, pp. 491-500.
24. Mattila P., Salo-Vaananen P., Konko K., Aro H., Jalava T. (2002) «Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland», J. Agric. Food.Chem., Vol. 50, No. 22, pp. 6419-6422.
25. Morris H. J., Llauradó G., Gutiérrez A., Lebeque Ya., Fontaine R., Beltran Ya., Garcia N., Bermudez R., Gaimeperraud I. (2011) «Immunomodulating properties of *Pleurotus sp.* fruiting bodies powder on cyclophosphamide treated mice» Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7), Arcachon, pp. 324-333.
26. Patel Y., Naraian R., Singh V.K. (2012) «Medicinal Properties of *Pleurotus* species: oyster mushroom», World J. Fungal & Plant Biol, Vol. 3, No. 1, pp. 1-12.
27. Saltarelli R., Ceccaroli P., Buffalini M., Vallorani L., Casadei L., Zambonelli A., Lotti M., Badalyan S., Stocchi V. (2015) «Biochemical characterization and antioxidant and antiproliferative activities of different *Ganoderma* collections», J. Mol. Microbiol. Biotechnol., Vol. 25, pp. 16-25.
28. Teplyakova T., Kosogova T. (2015) «Fungal Bioactive compounds with antiviral effect, Journal of Pharmacy and Pharmacology», Vol. 3, pp. 357-371.
29. Wit J., Sarup P., Lupsa N., Malte H., Frydenberg J., Loeschcke V. (2013) «Increased reproduction with limited trade-offs in *Drosophila melanogaster* selected for increased life span», Exp. Gerontol., Vol. 48, No. 3, pp. 349-357.
30. Wolff E.R., Wisbeck E., Silveira M. L., Gern R. M., Pinho M. S., Furlan S. A. (2008) «Antimicrobial and anti-neoplastic activity of *Pleurotus ostreatus*», Appl.Biochem.Biotechnol., Vol. 151, pp. 402-412.
31. Zera A. J., Harshman L. G. (2001) «The physiology of life history trade-offs in animals», Annu. Rev. Ecol. Syst., Vol. 32, pp. 95-112.
32. Zwaan Bas, Bijlsma R., Hoekstra R. F. (1995) «Direct selection on life span in *Drosophila melanogaster*», Evolution, Vol. 49, pp. 649-659.