

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА РОЗВИТОК ВЕГЕТАТИВНОГО МІЦЕЛІЮ *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm.

О. В. Кузнецова

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, Київ

E-mail: olga_59k@mail.ru

Досліджено вплив традиційних стимуляторів росту (гетероауксину і гібереліну) та стимуляторів росту нового покоління (фумару і біогумату) на розвиток вегетативного міцелію *Pleurotus ostreatus* за поверхневого культивування на агаризованому живильному середовищі.

Достовірну позитивну дію на швидкість радіального росту міцелію справляють фумар у концентрації $10^{-3}\%$ і $10^{-4}\%$ та біогумат — $10^{-2}\%$. Гетероауксин у концентрації $10^{-4}\%$ гальмує розвиток міцелію у фазі лінійного росту.

Досліджені стимулятори росту позитивно впливають на утворення стадії телеоморфи, особливо фумар та біогумат. Збільшення кількості примордіїв на середовищах з додаванням фумару і біогумату свідчить про вплив стимуляторів росту на процеси морфогенезу дослідженого базидіального гриба.

Ключові слова: стимулятори росту, гетероауксин, гіберелін, фумар, біогумат, швидкість лінійного росту міцелію, примордії.

Одними з біологічно активних речовин широкого спектра дії вищих грибів є фітогормони. Гриби здатні синтезувати ці сполуки в кількостях, що в 100–1000 разів перевищують їх вміст у вищих рослинах [1]. Більшість відомих грибів-продуцентів цих біологічно активних речовин є фітопатогенами, а фітогормони беруть участь у регуляції взаємовідносин паразита і рослини-хазяїна. Однак відомо, що сапротрофи і мікоризні гриби також можуть синтезувати фітогормони. За мікоризного симбіозу фітогормони беруть участь у регуляції системи «гриб–рослина» [1], проте роль цих речовин у сапротрофних грибів, наприклад дереворуйнівних ксилотрофів, таких як *Pleurotus ostreatus*, досі ще не встановлена. Існують докази, що штами *Pleurotus ostreatus* характеризуються низьким рівнем гормонів стимулюючої природи у вільній формі (ауксинів, гіберелоподібних речовин, цитокінінів) і наявністю їх у кон'югованому вигляді. Вважають, що надлишок гормонів не потрібен для активного росту сапротрофних грибів [2]. Утім, деякі автори відзначають позитивний вплив окремих екзогенних фітогормонів на ріст та розвиток вищих грибів. Є повідомлення про стимулюючу дію індоліл-3-оцтової кислоти (ІОК) на ріст *Volvariella volvaceae*, однак досліджувані концентрації автори не наводять [3]. Ефект стимуляції росту міцелію *Calvatia gigantea* кіне-

тином спостерігали зі збільшенням концентрації фітогормону від 10^{-5} до 10^{-3} М/л [4], ІОК у концентрації 10^{-5} М/л скорочувала лаг-фазу за глибинного культивування *Pleurotus ostreatus* [5], обробка гібереліном справляла стимулюючий ефект на розвиток та щільність міцелію *Lentinus edodes* [6]. Сучасні дослідження впливу фітогормонів на ріст та розвиток вищих грибів свідчать про розширення наукового пошуку в цьому напрямі. Встановлено, що ІОК у концентрації 1,0 мг/л сприяла збільшенню біомаси і стимуляції синтезу екзополісахаридів *Phellinus linteus* [7], виявлено позитивний вплив фітогормонів на ріст та урожайність *Pleurotus eryngii* var. *nebrodensis* [8]. Проблема гормонального впливу на вегетативний ріст, морфогенез та онтогенез вищих грибів у культурі потребує подальшого дослідження у зв'язку з широким використанням цих організмів у грибівництві та галузях біотехнології, пов'язаних з отриманням біологічно активних речовин і біопрепаратів.

У роботі наведено результати вивчення впливу традиційних стимуляторів росту (гібереліну й гетероауксину) та стимуляторів росту нового покоління (фумару і біогумату) на ріст міцелію і здатність утворювати примордії (зачатки плодових тіл) вищим базидіальним грибом *Pleurotus ostreatus* за поверхневого культивування на агаризованому середовищі.

Матеріали і методи

Об'єктом дослідження був штам їстівного гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. ІВК-551, отриманий із колекції шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України [9], який широко використовують у вітчизняному грибівництві під шифром НК-35.

Маточний міцелій *P. ostreatus* вирощували та зберігали у пробірках на скошеному кукурудзяному агарі, який, за нашими даними, відповідає вимогам до живильних середовищ, які застосовують для культивування *P. ostreatus* [10, 11]. Завдяки відповідному хімічному складу [12] рідкий та агаризований кукурудзяний відвар є доступним, сприятливим, альтернативним середовищем для вирощування маточного міцелію *P. ostreatus* у лабораторіях з виробництва міцелію в Південно-Східному регіоні України [13].

У живильні середовища додавали регулятори росту в концентраціях 10^{-2} , 10^{-3} та $10^{-4}\%$: гетероауксин, гіберелін, фумар та біогумат. Гіберелін — природний фітогормон, що належить до циклічних терпенів. Гетероауксин — синтетичний аналог природного ауксину, речовина індольної структури (β -індолілоцтова кислота) [14]. Фумар — ефективний стимулятор росту, синтетичний фітогормон нового покоління, аналог похідної природної амінокислоти (диметилловий ефір амінофумарової кислоти), дозволений до використання як регулятор росту в Україні [15]. Біогумат — комплексний природний стимулятор росту [16]. Розчини гетероауксину, гібереліну та біогумату додавали до живильного середовища перед стерилізацією. Фумар розчиняли в стерильній дистильованій воді та додавали у гаряче стерильне живильне середовище перед розливанням у чашки Петрі. Як контрольне середовище використовували кукурудзяний відвар без додавання стимуляторів росту.

Фумар застосовували у формі 1%-го розчину в диметилсульфоксиді (виробник — НВП «Агродар», Дніпропетровськ); гіберелову кислоту — у формі препарату «Гіберелін» (у вигляді світлого порошку) з масовою часткою основної речовини 78% (виробник — ВО «Синтез», Росія); гетероауксин — «Гетероауксин» (у вигляді пресованих таблеток) із вмістом калієвої солі індоліл-3-оцтової кислоти 920 г/кг (виробник ЗАТ ТВК «Техноекспорт», Росія); біогумат — водного екстракту біогумусу — продукту вермікультування, вміст фітогормонів — 0,28 г/л (виробник — НДІ «Біотехнологія» Україн-

ського державного хіміко-технологічного університету, м. Дніпропетровськ).

Підготовку та стерилізацію живильних середовищ, тести на окремі ензими проводили згідно із загальноприйнятими методами [17]. Агар-агар додавали в кількості 2% від маси кукурудзяного відвару; рН відварів доводили до 6,5–6,7. Середовища розливали в кількості 15 мл. Як посівний матеріал використовували 9-добові культури, вирощені на агаризованому кукурудзяному відварі у чашках Петрі. Диски діаметром 8 мм вирізали стерильною сталевією трубкою по краю колонії і переносили їх у центр чашки Петрі [18]. Інокуляцію здійснювали в стерильних умовах у полум'ї пальника. Поверхневе культивування міцелію *P. ostreatus* проводили в термостаті ТС-80 при температурі 26 ± 1 °С.

Упродовж процесу культивування щодня вимірювали радіус колоній на середовищах в чашках Петрі у чотирьох перпендикулярних напрямках. Мікроскопічним контролем визначали наявність «пряжок» — специфічних морфологічних утворень на гіфах *P. ostreatus*. Після повного заростання чашок Петрі міцелієм їх вміщували в ростову камеру з температурою 12–16 °С для перевірки міцелію на здатність утворювати зачатки плодових тіл (примордії). Якісні кольорові реакції на наявність фенолоксидаз (лакази, тирозинази, пероксидази, цитохромоксидази) проводили на поверхні колоній *P. ostreatus*: наносили по краплі кожного реактиву на міцелій у периферичній частині колонії, ближче до краю. Зміну забарвлення спостерігали протягом 3 год після нанесення реактивів. Позитивний ефект оцінювали якісно за появою відповідного забарвлення: на наявність лакази за реакції з α -нафтолом — фіолетового або темно-пурпурного; тирозинази — з *n*-крезолом — червоно-коричневого або коричнево-чорного; пероксидази — з бензидином та цитохромоксидази з реактивом «наді» — синього [17].

Дослід проводили у трикратній повторності. За отриманими даними визначали тривалість лаг-фази росту міцелію на середовищах з різними стимуляторами, середню швидкість радіального росту міцелію (мм/добу), проміжок часу до початку утворення примордіїв (кількість діб) та середню кількість примордіїв на чашку Петрі [18].

Середню швидкість радіального росту колонії (V_r) розраховували за формулою [18]:

$$V_r = \frac{R_1 - R_0}{n}, \text{ мм/добу,}$$

де R_1 — радіус колонії в кінці фази лінійного росту (обмеженої розміром чашки Петрі), мм; R_0 — радіус колонії на початку фази лінійного росту, мм; n — тривалість лінійної фази росту, діб.

Отримані результати обробляли статистично. Усі вибірки підпорядковувалися закону нормального розподілення. Дані вважали достовірними при $P < 0,05$ (за коефіцієнтом Стьюдента) [19].

Результати та обговорення

Аналіз отриманих даних показав невелике скорочення тривалості лаг-фази на середовищах з гібереліном — 1–2 год порівняно з контролем (статистично не достовірно), з фумаром — 4–6 год і біогуматом — 4–8 год (статистично достовірно). Особливо швидко розвивався міцелій на середовищі з біогуматом у концентрації $10^{-2}\%$ (Б2), де тривалість лаг-фази становила 12 год (у контролі — 20 год). Скорочення лаг-фази свідчить про прискорення початкового розвитку гриба і відповідає фізіологічній дії досліджуваних стимуляторів [14, 16, 20, 21].

Дані динаміки збільшення радіуса колоній міцелію *P. ostreatus* на агаризованому кукурудзяному живильному середовищі з додаванням різних стимуляторів наведено в табл. 1.

У фазі прискореного росту грибних колоній на 2-гу добу культивування спостерігався значний поштовх до розвитку міцелію на середовищах з додаванням фумару та біогумату всіх досліджуваних концентрацій: середньодобовий приріст міцелію становив 1,9–2,2 мм і 2,4–2,9 мм відповідно, тобто на 35,7–57,1% і 71,4–107,1% більше порівняно з контролем. Водночас середньодобовий приріст на середовищах з гібереліном, гетероауксином та в контролі становив 1,0–2,0 мм, 1,1–1,6 мм та 1,4 мм відповідно. Виробники фумару припускають, що фізіологічна дія стимулятора полягає у первинному поштовху рослини до розвитку [20]. Є підстави стверджувати, що таку саму дію справляє фумар і на грибний організм.

На радіальну швидкість росту міцелію у фазі лінійної залежності приросту радіусу колоній від часу культивування відзначено позитивний вплив гібереліну в концентраціях 10^{-2} (ГБ2) і $10^{-3}\%$ (ГБ3), фумару — 10^{-2} (Ф2), 10^{-3} (Ф3), 10^{-4} (Ф4)% та біогумату — 10^{-2} (Б2) і 10^{-4} (Б4)%. На 9-ту добу культивування на цих середовищах радіус колоній досяг 45 мм, тобто чашки Петрі повністю вкрилися міцелієм. Позитивну дію гібереллової кислоти у концентрації 200 мг/л на ріст міцелію *P. ostreatus* показано в роботі [22]. Було виявлено, що додавання гібереллової кислоти (GA_3) до середовища зумовлює

Таблиця 1. Збільшення радіуса колоній *Pleurotus ostreatus* ($M \pm m$) на середовищах із додаванням стимуляторів росту

Середовище зі внесеним стимулятором	Вік колонії, доба					
	2	3	4	7	8	9
Контроль (без стимулятора, К)	5,4±0,15	11,0±0,35	15,1±0,04	32,1±0,74	37,9±0,14	42,0±0,71
Гетероауксин 10^{-2} (ГА2)	5,4±0,16	10,4±0,36	13,5±0,29*	31,1±1,56	36,1±0,50	42,9±0,08
Гетероауксин 10^{-3} (ГА3)	5,1±0,36	10,9±0,82	14,8±1,06	29,0±1,28*	35,8±0,48*	42,5±0,36
Гетероауксин 10^{-4} (ГА4)	5,6±0,12	10,6±0,57	12,7±0,88*	26,5±0,37*	34,9±1,02*	41,0±0,71*
Гіберелін 10^{-2} (ГБ2)	5,7±0,25	12,2±0,57*	16,7±1,44*	32,8±1,06	39,1±0,93*	45,0±0,0*
Гіберелін 10^{-3} (ГБ3)	5,0±0,21	10,7±0,25	15,4±0,07	32,9±0,81	40,0±0,0*	45,0±0,0*
Гіберелін 10^{-4} (ГБ4)	6,0±0,71*	12,1±0,88*	16,4±0,11*	32,6±0,29	37,6±0,16	43,1±0,33
Фумар 10^{-2} (Ф2)	6,2±0,29*	11,5±0,29	15,1±0,48	33,3±0,64*	39,7±0,17*	45,0±0,0*
Фумар 10^{-3} (Ф3)	5,9±0,60*	11,3±1,03	15,9±0,31*	33,8±0,12*	41,6±0,39*	45,0±0,0*
Фумар 10^{-4} (Ф4)	5,9±0,12*	11,3±0,41	16,6±0,41*	35,1±0,25*	42,0±0,15*	45,0±0,0*
Біогумат 10^{-2} (Б2)	6,9±0,12*	12,3±0,41*	18,7±0,41*	35,1±0,79*	42,8±0,76*	45,0±0,0*
Біогумат 10^{-3} (Б3)	6,4±0,07*	11,1±0,51	15,9±1,0*	32,8±0,25	38,5±0,35*	42,0±0,71
Біогумат 10^{-4} (Б4)	6,6±0,36*	11,9±0,12*	16,2±0,44*	34,2±0,20*	41,8±0,58*	45,0±0,0*

Примітка. * — різниця статистично достовірна порівняно з контролем ($P < 0,05$).

значне збільшення цієї речовини в молодому міцелії, а внесення одних стимуляторів росту впливає на рівні інших ендогенних регуляторів. У роботі [23] було встановлено стимуляцію розвитку міцелію *Lentinus edodes* у разі внесення в живильне середовище гіберелової кислоти (GA_3) у концентраціях від 0,5 до 20 мг/л.

Аналіз даних середньої швидкості радіального росту міцелію *P. ostreatus* у нашому дослідженні (табл. 2) показав, що достовірно впливають на прискорення розвитку гриба стимулятори фумар у концентрації $10^{-3}\%$ (Ф3) і $10^{-4}\%$ (Ф4) та біогумат — $10^{-2}\%$ (Б2) і $10^{-4}\%$ (Б4) — у середньому на 9–11% порівняно з контролем. Цей показник для середовищ з фумаром становить від 5,6 до 6,0 мм/добу, для середовищ з біогуматом — від 5,3 до 6,1 мм/добу. Визначена середня швидкість радіального росту міцелію *P. ostreatus* не виходить за межі даних літератури [18, 24]. Найвищі показники росту спостерігаються на середовищі з біогуматом у концентрації $10^{-2}\%$ (Б2). Цей регулятор росту містить комплекс фітогормонів: ауксини, гібереліни і цитокініни [16], їхня спільна взаємодія сприяє більш активному розвитку міцелію порівняно з іншими стимуляторами росту. На рис. 1 наведено графіки збільшення радіусу колоній *P. ostreatus* на середовищі з додаванням біогумату в концентрації $10^{-2}\%$ (Б2) порівняно з контролем. Можна відзначити значне скорочення лаг-фази росту і збільшення швидкості лінійного росту гриба.

Гетероауксин не виявляв стимулюючої дії на середовищах з концентраціями $10^{-2}\%$ (ГА2), $10^{-3}\%$ (ГА3), а в концентрації $10^{-4}\%$ (ГА4) гальмував ріст міцелію порівняно з контролем, що добре помітно на рис. 2, де наведено графіки збільшення радіуса колоній *P. ostreatus* на середовищах з додаванням фумару (Ф4) і гетероауксину (Г4) та в контрольному варіанті. На середовищі (Г4) виявлено найменшу швидкість радіального росту (табл. 2).

За даними літератури, така дія фітогормонів ауксинового ряду не є винятковою. На рідких живильних середовищах було показано інгібуючу дію ІОК в концентрації 10^{-3} М/л на ріст міцелію *P. ostreatus* [5]. Guo зі співавт. (2009) підтверджує стимуляцію грибною міцелію ІОК тільки у певній концентрації — 1,0 мг/л [7].

Проведене візуальне спостереження культурально-морфологічних ознак міцеліальних колоній *P. ostreatus*, у яких було виявлено високу швидкість лінійного росту

Таблиця 2. Швидкість лінійного росту міцелію *Pleurotus ostreatus* на агаризованому живильному середовищі з додаванням стимуляторів росту

Середовище (кукурудзяне агаризоване) зі внесеним стимулятором	Середня швидкість лінійного росту ($V_r \pm m$), мм/добу
Контроль (без стимулятора, К)	5,4±0,11
Гетероауксин 10^{-2} (ГА2)	5,1±0,14
Гетероауксин 10^{-3} (ГА3)	5,1±0,16
Гетероауксин 10^{-4} (ГА4)	4,9±0,12*
Гіберелін 10^{-2} (ГБ2)	5,6±0,11
Гіберелін 10^{-3} (ГБ3)	5,8±0,21
Гіберелін 10^{-4} (ГБ4)	5,3±0,18
Фумар 10^{-2} (Ф2)	5,6±0,10
Фумар 10^{-3} (Ф3)	6,0±0,19*
Фумар 10^{-4} (Ф4)	6,0±0,22*
Біогумат 10^{-2} (Б2)	6,1±0,21*
Біогумат 10^{-3} (Б3)	5,3±0,15
Біогумат 10^{-4} (Б4)	5,9±0,12*

Примітка. * — $P < 0,05$.

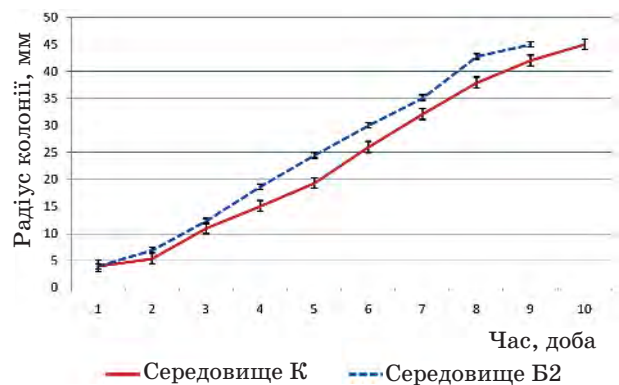


Рис. 1. Динаміка росту радіусу колоній *Pleurotus ostreatus* на агаризованому середовищі з додаванням біогумату в концентрації $10^{-2}\%$

(Ф3, Ф4, Б2, Б4, ГБ3), показало, що колонії ватоподібні, опушені, білі, щільні, зональність нечітка, край колонії піднятий, реверзум білий. Таким чином, відмінностей у відомих культурально-морфологічних характеристиках колоній *P. ostreatus* [10, 11] на середовищах з різними регуляторами росту, нами не виявлено (рис. 3).

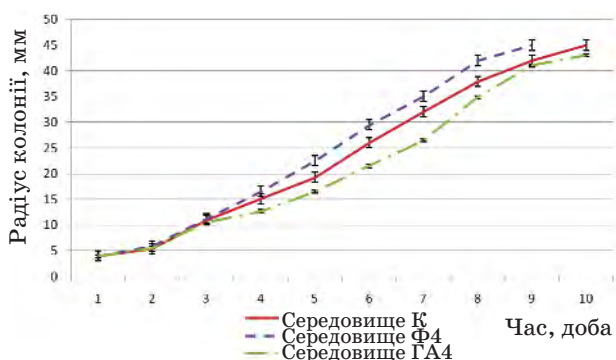


Рис. 2. Динаміка росту радіуса колоній *Pleurotus ostreatus* на агаризованому середовищі з додаванням фумару та гетероауксину в концентрації $10^{-4}\%$



Рис. 4. Примордії *Pleurotus ostreatus*



Рис. 3. Колонія *Pleurotus ostreatus* на живильному кукурудзяному агаризованому середовищі на 9-ту добу культивування з додаванням біогумату в концентрації $10^{-2}\%$ (Б2)

Під час проведення якісних кольорових реакцій на поверхні колоній на наявність фенолоксидаз (лакази, тирозинази, пероксидази, цитохромоксидази) спостерігався позитивний ефект, тобто поява відповідного забарвлення на всіх варіантах живильних середовищ, що свідчить про стабільність фізіологічних властивостей міцелію *P. ostreatus*, що культивувався із застосуванням стимуляторів росту.

Важливою стадією онтогенезу грибного організму є процес формування телеоморфи — плодових тіл. Отриманий міцелій було перевірено на здатність утворювати зачатки плодових тіл — примордії.

У ростовій камері з температурою $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ примордії у чашках Петрі почали з'являтися на 14-ту добу практично на всіх досліджуваних варіантах, окрім контрольного (табл. 3). На контрольному середовищі перші примордії з'явилися на 16-ту добу. Примордії виникали на краях міцеліальних колоній, обмежених розмірами чашки Петрі, поодинокі та зростками (рис. 4).

Найбільша кількість зачатків плодових тіл з'явилася на середовищах з фумаром — збільшення становило від 42% (Ф3) до 92% (Ф4) порівняно з контролем. На середовищах з біогуматом цей показник був від 42% (Б3) до 75% (Б2, Б4); з гібереліном — 29% (ГБ2); з гетероауксином — від 17% (ГА2) до 50% (ГА4).

Як традиційні (гіберелін, гетероауксин), так і стимулятори росту нового покоління (фумар і біогумат) справляють достовірний позитивний вплив на фізіологію грибного організму на стадії формування телеоморфи. Пролонгованість дії стимуляторів росту має важливе значення для подальшого розвитку гриба, активуючи наступні стадії процесу морфогенезу.

Таким чином, раніше не досліджені на грибних організмах стимулятори росту нового покоління фумар і біогумат у певній концентрації виявляють широкий спектр дії на ріст та розвиток міцелію *P. ostreatus*. У рослинних організмах фумар підвищує схожість та енергію проростання насіння, стимулює корене- та калусоутворення, прискорює розвиток, скорочує строки визрівання, підвищує урожайність сільгоспкультур [20]. Біогумат є концентрованим водним екстрактом із продуктів переробки червоним каліфорнійським черв'яком соняшникової лузги, що містить біологічно активні речовини, макро- і мікроелементи та підвищує врожайність овочевих і плодово-ягідних культур, сприяє збільшенню плодів, прискорює проростання насіння та розвиток кореневої системи [16]. Справляючи комплексний вплив, подібно до дії фітогормонів ауксинового, гіберелінового та цитокінінового рядів, фумар та біогумат прискорюють розвиток не тільки рослинного, а й грибного організму: на живильних середовищах з додаванням біогумату в концентрації

Таблиця 3. Термін появи та кількість примордіїв *Pleurotus ostreatus* на кукурудзяному живильному середовищі з додаванням стимуляторів росту

Середовище зі внесеним стимулятором	Доба/кількість примордіїв (штук на чашку Петрі)				
	14	16	18	21	23
Контроль (без стимулятора, К)	–	5	11	17	24
Гетероауксин 10 ⁻² (ГА2)	5	8	13	21	28
Гетероауксин 10 ⁻³ (ГА3)	–	7	14	18	32
Гетероауксин 10 ⁻⁴ (ГА4)	8	10	15	32	36
Гіберелін 10 ⁻² (ГБ2)	3	8	12	17	31
Гіберелін 10 ⁻³ (ГБ3)	4	8	11	16	21
Гіберелін 10 ⁻⁴ (ГБ4)	3	7	12	14	24
Фумар 10 ⁻² (Ф2)	6	12	18	25	38
Фумар 10 ⁻³ (Ф3)	10	15	19	27	34
Фумар 10 ⁻⁴ (Ф4)	12	16	21	35	46
Біогумат 10 ⁻² (Б2)	6	13	22	30	42
Біогумат 10 ⁻³ (Б3)	4	9	18	28	34
Біогумат 10 ⁻⁴ (Б4)	8	21	28	35	42

10⁻²% (Б2) та фумару в концентрації 10⁻³% (Ф3) і 10⁻⁴% (Ф4) відбувається певна фізіологічна дія, що виявляється у скороченні лаг-фази росту міцелію (на 30–40% порівняно з контролем), помірного впливі на швидкість росту міцелію у лінійній фазі (середня швидкість радіального росту становила для середовищ Ф3 та Ф4 — 6,0 мм/добу, Б2 — 6,1 мм/добу), скороченні проміжку часу до утворення примордіїв (на 1–1,5 доби) та збільшенні їх кількості (на середовищі Ф3 — 34 шт., Ф4 — 46 шт., Б2 — 42 шт., на контролі — 24 шт.), формуванні високого та щільного міцелію.

Не всі досліджувані стимулятори росту виявляють статистично достовірну позитивну дію на ріст та розвиток міцелію *P. ostreatus*. Гіберелін на середовищі з концентрацією 10⁻³% (ГБ3) дещо стимулює розвиток міцелію (середня швидкість росту — 5,8 мм/добу), однак на стадії формування телеоморфи показники достовірно не відрізняються від контрольних. Гетероауксин у концентрації 10⁻⁴% (ГА4) пригнічує розвиток гриба практично на всіх стадіях морфогенезу.

У результаті проведених досліджень визначено, що стимулятори росту здатні впливати на процеси морфогенезу та онтогенезу вищих грибів, зокрема *P. ostreatus*. Інтенсивність дії рістрегуляторів залежить від їх концентрації й порізнюмо виявляється на стадіях морфогенезу.

Чим активніше відбувається ріст та розвиток грибного міцелію, тим менший ризик зараження його сторонньою мікрофлорою і вищі адаптаційні властивості, тому стимулювання росту міцелію на стадії отримання маточного і посівного інокулюма є важливим завданням промислової мікології. Рістрегулятори, які застосовують для прискорення росту рослинних організмів, здатні виявляти таку саму фізіологічну дію стосовно грибного організму, зокрема *P. ostreatus*. Стимулятори росту нового покоління (фумар та біогумат) є доступними, дешевими, екологічно безпечними речовинами з широким спектром дії.

Досліджені стимулятори росту можуть бути корисними у біотехнологічному процесі отримання маточного та посівного міцелію вищих їстівних грибів, наприклад виду *Pleurotus ostreatus*, для грибівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гормональний комплекс рослин і грибів* / Ситник К. М., Мусатенко Л. І., Васюк В. А. та ін. — Київ: Академперіодика, 2003. — 186 с.
2. *Веденічева Н. П., Генералова В. М., Бисько Н. А. та ін.* Фітогормональний комплекс гливи звичайної // Укр. бот. журн. — 1997. — Т. 54, № 3. — С. 266–271.
3. *Ghosh A. K., Sengupta S.* Influence of some growth factors on the production of mushroom mycelium in submerged culture // J. Food Sci. Technol. — 1982. — V. 19, N 2. — P. 57–60.
4. *Alexander J. P., Lippert B. E.* The effects of phytohormones on the mycelial growth of *Calvatia gigantea* and related species // Mushroom Science XII (Part II). — Braunschweig, Germany, 1989. — P. 401–410.
5. *Соломко Е. Ф.* Вплив біостимуляторів на ріст *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) KUMM // Укр. бот. журн. — 1989. — Т. 46, № 6. — С. 57–61.
6. *Tan Y. H., Chang S. T.* Effect of growth regulators, enzyme inhibitors and stimulatory additives on the vegetative development and fructification of *Lentinus edodes* // Mushroom Science XII (Part II). — Braunschweig, Germany, 1989. — P. 267–276.
7. *Guo X., Zou X., Sun M.* Effect of phytohormones on mycelial growth and exopolysaccharide biosynthesis of medicinal mushroom *Phellinus* [corrected] *linteus* // Bioprocess Biosyst Eng. — 2009. — V. 32, N 5. — P. 701–709.
8. *Li G.-X., Shao S.-G., Li Y.-J.* Effect of Hormone on the growth and yield of *Pleurotus eryngii* var. *Nebrodensis* // Chin. Edible Fungi. — 2004. — N 23. — P. 37–38.
9. *Buchalo A. S., Mitropolska N. Yu., Mykchaylova O. B.* Catalogue of the culture collection of mushrooms. IBK. — Kyiv: N.G. Kholodny Institute of Botany, NA of Sciences et Ukraine, NVF «Slavutich-delfin», 2006. — 36 p.
10. *Бухало А. С.* Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. — К.: Наук. думка, 1988. — 157 с.
11. *Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубокой культуре* / Под общ. ред. И. А. Дудки. — К.: Наук. думка, 1983. — 312 с.
12. *Ермолаева Г. А., Колчева Р. А.* Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. — М.: ИРПО, Изд. центр «Академия», 2000. — 416 с.
13. *Кузнецова О. В., Заколесник Н. В.* Дослідження впливу біостимуляторів та мінеральних речовин на ріст міцелію *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) // Вісник Донец. ун-ту. — Серія А «Природничі науки». — 2006. — Ч. 2, № 1. — С. 327–332.
14. *Біологічно активні речовини в рослинництві* / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтьюк І. Б. — Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2008. — 352 с.
15. *Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.* — К.: Юнівест маркетинг, 1966. — С. 94–95.
16. *Гармаш С. М.* Дослідження біохімічних властивостей біогумусу та біогумату // Вопросы химии и хим. технологии. — 2004. — № 4. — С. 82–84.
17. *Методи експериментальної мікології: Справочник* / Под ред. В. И. Билай. — К.: Наук. думка, 1982. — 552 с.
18. *Соломко Е. Ф., Ломберг М. Л., Митропольська Н. Ю., Чоловська О. В.* Ріст окремих видів лікарських макроміцетів на поживних середовищах різного складу // Укр. бот. журн. — 2000. — Т. 57, № 2. — С. 119–126.
19. *Лакин Г. Ф.* Биометрия. — М.: Высшая школа, 1980. — 293 с.
20. *Пат. 19347 UA, МПК 5 C07C 233/31, A01 N 37/20.* Диметилловий ефір N-ацетиламінофумарової кислоти, який має рістстимулюючу активність / Просяник О. В., Нестерова О. Ю., Кольцов М. Ю., Костяновський Р. Г. — Заявл. 05.11.1991; Опубл. 25.12.1997, Бюл. № 6.
21. *Neumann K.-H., Imani J., Kumar A.* Phytohormones and Growth Regulators. — Plant Cell and Tissue Culture. — A Tool in Biotechnology. Basics and Application. — Springer Berlin Heidelberg, 2009. — P. 227–233.
22. *Vinklarkova K., Sladky Z.* Exogenous Regulators in the Mycelium of *Pleurotus ostreatus* after Exogenous Application // Folia Microbiologica. — 1978. — V. 23, N 1. — P. 55–59.
23. *Han Y. H., Ueng W. T., Chen L. C., Cheng S.* Physiology and ecology of *Lentinus edodes* (Berk) Sing. // Mushroom Science XI. — 1981. — P. 623–658.
24. *Narian R., Sahu R. K., Kumar S. et al.* Influence of different nitrogen rich supplements during cultivation of *Pleurotus florida* on corn cob substrate // The Environmentalist. — 2009. — V. 29, N 1. — P. 1–7.

**ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА
НА РАЗВИТИЕ
ВЕГЕТАТИВНОГО МИЦЕЛИЯ
Pleurotus ostreatus (Jacq:Fr.) Kumm**

О. В. Кузнецова

Институт ботаники им. М. Г. Холодного
НАН Украины, Киев

E-mail: olga_59k@mail.ru

Исследовано влияние традиционных стимуляторов роста (гетероауксина и гиббереллина) и стимуляторов роста нового поколения (фумара и биогумата) на развитие вегетативного мицелия *Pleurotus ostreatus* при поверхностном культивировании на агаризованной питательной среде.

Достоверное позитивное действие на скорость радиального роста мицелия оказывают фумар в концентрации $10^{-3}\%$ и $10^{-4}\%$ и биогумат — $10^{-2}\%$. Гетероауксин в концентрации $10^{-4}\%$ тормозит развитие мицелия в фазе линейного роста.

Исследованные стимуляторы роста оказывают положительное влияние на образование стадии телеоморфы, особенно фумар и биогумат. Увеличение количества примордиев на средах с добавлением фумара и биогумата свидетельствует о влиянии стимуляторов роста на процессы морфогенеза исследованного базидиального гриба.

Ключевые слова: стимуляторы роста, гетероауксин, гиббереллин, фумар, биогумат, скорость линейного роста мицелия, примордии.

**INFLUENCE OF THE GROWTH
STIMULATORS ON DEVELOPMENT
OF VEGETATIVE MYCELIUM
Pleurotus ostreatus (Jacq:Fr.) Kumm**

O.V. Kuznetsova

Kholodny Institute of Botany of National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

E-mail: olga_59k@mail.ru

Influence of traditional (heteroauxin and gibberellin) and growth stimulators of new generation (fumar and biogumat) on development of vegetative mycelium *Pleurotus ostreatus* at surface cultivation on agar nutrient medium is investigated.

Fumar in concentration of $10^{-3}\%$ and $10^{-4}\%$ and biogumat in concentration of $10^{-2}\%$ render positive effect on radial growth rate of mycelium. The heteroauxin in concentration of $10^{-4}\%$ inhibits mycelium in phase of linear growth.

The examined growth stimulators influenced positively on formation of the teleomorphos stage, especially fumar and biogumat. Quantity increase of primordias on the nutrient medium under addition of fumar and biogumat shows growth stimulators influence on morphogenesis processes of the tested basidial mushroom.

Key words: growth stimulators, heteroauxin, gibberellin, fumar, biogumat, linear growth rate of mycelium, primordias.