

УДК 579.24:582.284.3

І.Р. Клечак, Н.Ю. Митропольська,
Л.О. Антоненко, О.І. Нишпорська**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ *CORIOLUS VERSICOLOR* У ГЛИБИННІЙ КУЛЬТУРІ****Вступ**

За останні десятиліття вищі гриби стали об'єктом досліджень багатьох спеціалістів. У таких країнах світу, як Японія, Німеччина, Франція, США та інших, вищі базидіоміцети розглядаються не лише як джерело харчового та кормового білка, але й як цінна сировина для отримання біологічно активних речовин, які використовуються при створенні лікувально-профілактичних та лікарських засобів широкого спектра дії: антибластомних, антивірусних, а також антиалергенних та антиСНІД. Джерелом фармакологічних речовин можуть бути не лише плодові тіла, вирощені на щільних субстратах, але і міцеліальна біомаса, яку можна отримувати сучасним біотехнологічним методом глибинного культивування на рідких природних і синтетичних середовищах [1–4]. Культивування міцелію дає можливість стандартизувати отриманий продукт та регулювати вихід за допомогою живильного середовища [5]. При цьому ряд біологічно активних метаболітів можна одержувати також із фільтратів культуральної рідини після сепарації міцелію [1–5].

Ксилотрофні макроміцети з роду *Coriolus* Quel (*Trametes* Fr.), що викликають білу гниль деревини, були об'єктами різних досліджень починаючи з 60-х років минулого століття. Автори японських патентів тих років пропонували в ролі продуцентів такі види цього роду: *C.hirsutus* (Fr.) Quel, *C.pubescens* (Schum. ex Fr.) Quel, *C.versicolor* (L.:Fr.) Quel, *C.zonatus* (Fr.) Quel [2]. Ці дереворуйнівні макроміцети розглядаються як продуценти протипухлинних полісахаридів [3]. До роду *Coriolus* належить багато видів, що запатентовані як продуценти онкостатичних речовин. Це базидіальні гриби *Coriolus pubescens*, *C.consors* (Berk.) Imazeki, *C.conchifer* (Schwein.) G. Cunn., *C.biformis* (Fr.) Pat. і види *C.hirsutus* і *C.versicolor*, що трапляються у флорі України.

Отже, доцільним та актуальним для реалізації нових грибних біотехнологій на основі роду *Coriolus* в Україні є дослідження, спрямо-

вані на відбір перспективних продуцентів, розширення фундаментальних знань про їх біологічні властивості та закономірності росту, зокрема, при глибинному культивуванні.

Постановка задачі

Метою даної статті був скринінг за показником накопичення біомаси перспективних культур *C.versicolor* на рідких середовищах різного складу, встановлення оптимальних середовищ для їх культивування, а також дослідження морфолого-культуральних особливостей.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктами дослідження були сім культур базидіальних грибів *Coriolus versicolor* (L.:Fr.) Quel. У відповідності до міжнародної бази систематики грибів CABI Bioscience та бази даних CBS Database of Fungal Names (<http://www.indexfungorum.org/>) цей вид віднесено до *Trametes versicolor* (L.) Lloyd. Штами *C.versicolor* (*T.versicolor*) 353, 1689, 5094, 5095, 5129, 5131, 5299 отримані з Колекції шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України [6].

Дослідження росту та морфології проводились за загальноприйнятими методами [7, 8] на семи рідких середовищах: природних (пивному суслі 8° за Балінгом (ПС), молочній сироватці (МС)), комплексних (глюкозо-пептонному середовищі (ГП) [9], глюкозо-амонійному без додавання сечовини (ГА) [10], картопляно-глюкозному (КГ) [7], середовищі Норкранс з додаванням відвару дубової кори (СН + дуб) [7]) та синтетичному середовищі Норкранс (СН) [7].

Попередні наші дослідження грибів роду *Coriolus* на агаризованих середовищах [11] показали, що додавання відвару дубової кори до складу сусло-агару не впливало на збільшення швидкості росту культур виду *C.versicolor*, тому при глибинному культивуванні ми спробували ще раз впевнитись у цьому або спростувати встановлений факт і використали синтетичне середовище Норкранс з додаванням 0,5 % відвару дубової кори.

Кислотність середовищ доводили до вихідного значення за допомогою розчину 1N NaOH.

Посівний матеріал отримувався у глибинних умовах на середовищах відповідного складу в колбах Ерленмейера місткістю 250 мл у двох повторностях протягом п'яти–семи діб. Інокулюм вносилися в кількості 10 % (об'ємних) на 50 мл середовища. Культивування проводили у

трьох повторностях протягом семи діб, на качалках ЛАБ-ПУ-01 при 120 об/хв, $t = 30^\circ\text{C}$, рН в межах 4,9–6,4 (залежно від живильного середовища).

Проби для визначення біохімічних характеристик росту культури (рН, накопичення біомаси, концентрація сухих речовин) відбирались наприкінці культивування. Концентрація біомаси визначалася ваговим методом [12], вміст у культуральній рідині сухих речовин – ареометричним методом [13].

Одержані кількісні результати накопичення біомаси були опрацьовані статистично за допомогою Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

При проведенні дослідження росту семи культур базидіоміцетів *C.versicolor* в глибинній культурі на природних (ПС, МС), комплексних (КГ, ГП, ГА, СН + дуб) середовищах і синтетичному середовищі Норкранс було показано, що всі штами мають характерні для базидіоміцетів культуральні й морфологічні ознаки. Попередніми дослідженнями М.І. Даниляка, А.С. Бухало і І.О. Дудки [14, 15] встановлено, що ріст грибів у глибинній культурі найбільш інтенсивно відбувається у вигляді дрібнодисперсної форми міцелію (пульпоподібної). Саме такий ріст характерний для грибів при дотриманні оптимальних умов культивування. Якщо гриб росте у вигляді круглих пелет (кульок) і їх максимальний розмір перевищує 0,3 см у діаметрі, то такі пелети мають всередині порожнину, що утворюється внаслідок лізису міцелію в анаеробних умовах, в результаті чого інтенсивність накопичення біомаси зменшується [14]. Крім дефіциту кисню, автолізис може бути пов'язаний з відсутністю інших компонентів середовища [15].

О.С. Горшина, вивчаючи гриби *C.versicolor*, *C.zonatus* і *C.pubescens* в глибинній культурі, зазначала, що швидкоростучі штами мають схильність до дрібноглобулярного та дисперсного росту [16].

Досліджуючи ріст грибів *C.versicolor* в глибинній культурі, ми відзначали, що культури утворювали три типи морфологічних структур: гладенькі кульки, кульки з ворсинками та видовжені гладенькі палички. Розмір цих структур варіювався залежно від середовища та штаму. Так, на середовищах ПС, ГП, ГА утворювались кульки розміром 0,1–0,5 см, на КГ та МС – дещо більші кульки розміром 0,2–0,7 см. Великі кульки діаметром більше 0,3 см, як за-

значалось вище, мали всередині порожнину. На середовищах СН і СН + дуб культури росли у вигляді кульок менше 0,1 см та паличок. Відзначимо також, що на середовищах ПС і СН + дуб культури утворювали гелеподібну культуральну рідину, що може бути пов'язано з виділенням екстрацелюлярних полісахаридів [16]. Цей факт заслуговує на подальше дослідження.

При культивуванні на глюкозо-пептонному середовищі без додавання дріжджового екстракту в культуральній рідині штаму 353 спостерігалось виділення пігменту. За даними літератури [2] відомо, що серед речовин, які відповідають за пігментацію в макроміцетів, є як безазотисті сполуки – хінони, кетиди, так і азотовмісні речовини, головним чином, феноказини, які проявляють біологічну активність.

Результати визначення накопичення біомаси та економічні коефіцієнти росту штамів *C.versicolor* при глибинному культивуванні наведено в табл. 1.

Як видно з табл. 1, максимальне накопичення біомаси для досліджених штамів у межах 4,61–16,27 г/л забезпечувала молочна сироватка. На цьому середовищі найбільшу концентрацію біомаси 16,27 і 15,21 г/л було зафіксовано для культур *C.versicolor* 353 і 5131, відповідно (рисунок, а). Той факт, що молочна сироватка сприяє утворенню високої концентрації біомаси грибів *Coriolus* підтверджують інші дослідники. Так, досліджуючи види *C.versicolor*, *C.pubescens*, *C.vaporarius* в глибинній культурі, О.С. Горшина виявила значне накопичення біомаси цих видів на молочній сироватці [17].

Залежно від штаму на багатому на органічні сполуки азоту пивному суслі відзначено в два-три рази менший вихід біомаси, ніж на молочній сироватці. Зазначимо, що на цьому середовищі культури *C.versicolor* виявили штамові особливості в накопиченні біомаси (див. рисунок, а): так, для штамів 353, 5094, 5299 характерні вищі значення накопичення біомаси (3,21–8,21 г/л), ніж для культур 1689, 5095, 5131 (0,91–1,12 г/л). Отже, ПС виявилось особливо сприятливим для накопичення біомаси *C.versicolor* 353 (8,21 г/л).

При порівнянні значення виходу біомаси на комплексних середовищах ГП, КГ, ГА і на природному середовищі МС було встановлено, що перші забезпечують у чотири-п'ять разів менше накопичення біомаси. Середовище ГП з додаванням дріжджового екстракту, як правило, забезпечувало стабільні значення виходу біомаси в діапазоні 3,08–4,01 г/л (рисунок, б). Це

Таблиця 1. Приріст біомаси та економічні коефіцієнти при глибинному культивуванні досліджуваних штамів *C.versicolor*

Середовище	Показники	Приріст біомаси та економічні коефіцієнти для штамів						
		353	1689	5094	5095	5129	5131	5299
ПС	X, г/л	8,21 ± 0,21	1,12 ± 0,11	5,81 ± 0,01	1,05 ± 0,02	н	0,91 ± 0,02	3,21 ± 0,02
	Y _{с.р.} , %	36	14	33	24	н	34	37
ГП	X, г/л	3,71 ± 0,01	3,53 ± 0,02	3,82 ± 0,03	4,01 ± 0,02	3,61 ± 0,02	3,92 ± 0,02	3,08 ± 0,03
	Y _{с.р.} , %	26	26	30	31	28	26	21
ГА	X, г/л	0,86 ± 0	0,82 ± 0	0,88 ± 0,01	0,66 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,23 ± 0	0,40 ± 0,01
	Y _{с.р.} , %	33	9	11	8	1	2	5
КГ	X, г/л	3,27 ± 0,01	2,21 ± 0,01	2,62 ± 0,02	1,22 ± 0,01	2,74 ± 0,01	2,81 ± 0,01	2,42 ± 0,01
	Y _{с.р.} , %	29	26	22	10	19	18	14
МС	X, г/л	16,27 ± 0,21	13,20 ± 0,02	9,51 ± 0,01	6,31 ± 0,01	4,61 ± 0,01	15,21 ± 0,12	9,73 ± 0,21
	Y _{с.р.} , %	39	–	34	36	–	38	–
СН	X, г/л	0,08 ± 0	–	–	0,02 ± 0	–	–	0,03 ± 0
	Y _{с.р.} , %	0	–	–	0	–	–	0

Примітка. X – накопичена біомаса, г/л; Y_{с.р.} – економічний коефіцієнт за сухими речовинами; н – не визначали; “–” – відсутні достовірні значення.

середовище було кращим для накопичення біомаси штамми *C.versicolor* 5094 (3,82 г/л), 5095 (4,01 г/л) і 5131 (3,92 г/л).

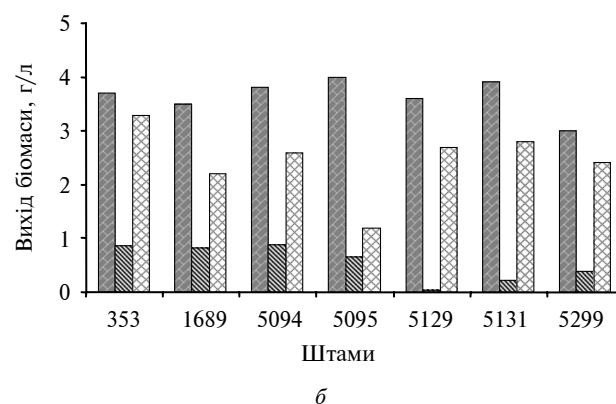
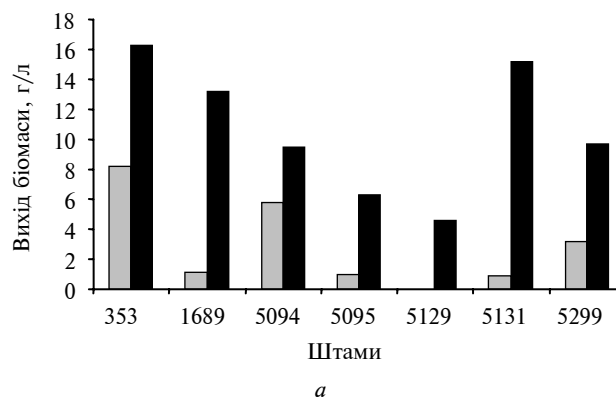
Середовище КГ забезпечувало вихід біомаси *C.versicolor* в межах 1,22–3,27 г/л. За цим показником воно виявилось сприятливим для культури *C.versicolor* 353 (див. рисунок, а).

З трьох досліджених нами комплексних середовищ ГА з додаванням кукурудзяного екстракту було найменш сприятливим для накопичення біомаси культур *C.versicolor* (менше 1 г/л).

На середовищах СН та СН + дуб взагалі відзначено слабкий ріст штамів, що свідчить про несприятливий характер цих середовищ для накопичення біомаси штамми *C.versicolor*.

Розглянемо отримані при глибинному культивуванні результати з точки зору економічного використання поживних компонентів середовища (див. табл. 1). Так, на природних середовищах ПС і МС високі економічні коефіцієнти за сухими речовинами були характерні: на першому середовищі для штамів *C.versicolor* 353 (36 %) і 5299 (37 %), на другому – для штамів *C.versicolor* 5095 (36 %), 5131 (38 %) і 353 (39 %).

На комплексних середовищах найбільш раціональне використання поживних компонентів відзначено для таких культур: на ГА – для штаму *C.versicolor* 353 (33 %), на ГП – для 5095 (31 %), 5094 (30 %) і 5129 (28 %), на КГ – для 353 (29 %) і 1689 (22 %).



Вихід біомаси грибів *C.versicolor* при глибинному культивуванні на середовищах різного складу: а (□ – ПС; ■ – МС) – природні середовища; б (■ – ГП; ▨ – ГА; ▩ – КГ) – комплексні середовища

Отже, за сукупністю показників (концентрація біомаси, економічні коефіцієнти) для подальших досліджень обрано культури *C.versicolor* 353, 5095 і 5131. Результати проведених досліджень показали, що при глибинному культивуванні культури *C.versicolor* 353, 5095 і 5131 відзначаються більш економічним використанням поживних компонентів і вищим показником синтезу біомаси. Отримані дані (див. табл. 1) дають змогу рекомендувати найбільш сприятливі для накопичення біомаси рідкі середовища: пивне сусло 8° за Балінгом, глюкозо-пептонне середовище і молочну сироватку.

Одним із найважливіших фізико-хімічних факторів середовища є концентрація водневих іонів (рН), яка впливає на ріст та метаболізм дереворуйнівних грибів. Гриби здатні регулювати рН середовища, в якому вони ростуть. Досліджуючи ріст штамів *C.versicolor*, В. Ріпачек [18] відзначав, що оптимальна кислотність на живильному розчині Вольперта для них становить рН 4,7 і коливається в межах від 4,2 до 5,5, а в зоні регуляції кислотності для цього виду знаходяться в межах рН 2,8–7,9. Відомо, що види *C.pubescens* [16, 19], *C.versicolor* і *C.zonatus* [17] здатні до активного росту в широкому діапазоні рН (від 3,5 до 7,5). О.С. Горшина пропонує для *Coriolus sp.* дещо вужчий, сприятливий для росту діапазон рН 4,0–6,0, і зазначає, що оптимальні значення рН мають видові та штамові відмінності [17].

Результати зміни кислотності культуральної рідини при культивуванні штамів *C.versicolor* в наших дослідженнях наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Вплив культивування штамів *C.versicolor* на зміну рН середовищ різного складу

Середовище	рН _{вих}	рН _{кін} для штамів						
		353	1689	5094	5095	5129	5131	5299
ПС	5,03	4,99	4,96	4,80	4,92	н	4,89	4,73
ГП	6,44	5,36	6,00	5,84	5,23	5,53	5,70	6,08
ГА	6,04	4,08	4,14	4,23	4,18	3,37	3,67	3,56
КГ	5,02	6,44	5,61	4,13	5,95	6,56	6,49	5,97
МС	4,97	5,23	4,55	4,88	4,75	4,92	5,32	4,95
СН	6,52	4,60	4,98	4,91	4,32	4,96	4,97	4,70
СН+дуб	6,40	5,83	5,87	5,30	5,67	5,78	5,72	5,72

Примітка. н – не визначали.

За даними табл. 2 видно, що концентрація водневих іонів культуральної рідини на більшості середовищах зменшувалась порівняно з вихідним значенням, виняток становили ре-

зультати на середовищах КГ і МС. Так, на комплексному середовищі КГ у штамів 353, 1689, 5095, 5129, 5131, 5299, а на МС у штамів 353, 5131 по завершенні культивування спостерігалось збільшення рН культуральної рідини порівняно з вихідним значенням. Зазначимо, що у культур *C.versicolor* 5129 і 5299 після семи діб культивування на МС кислотність середовища лишалась на рівні вихідного значення (рН дорівнює 4,97). Як правило, на натуральних середовищах ПС і МС значення рН зменшувалось незначною мірою – на 6,0–8,0 %, на комплексних середовищах ГП і СН + дуб – на 16,8–18,8 %. Найбільше закислювались середовища ГА і СН – на 30,0–44,2 %. Як видно з табл. 2, для штаму *C.versicolor* 5129 рН культуральної рідини на середовищі ГА зменшилось з 6,04 до 3,37. Більшість авторів [4, 20] значне зниження рН середовища порівняно з вихідним значенням пов'язують із синтезом органічних кислот, зокрема щавелевої кислоти [21].

Попередні наші дослідження росту грибів *C.versicolor* на агаризованих середовищах – сусло-агарі (СА), сусло-агарі з відваром дубової кори (СА + дуб), картопляно-глюкозному агарі (КГА), синтетичному Норкрансі (СН) [11] – показали високі значення швидкості радіального росту вегетативного міцелію цих грибів (від 8,0 до 15,0 мм/добу). Так, на КГА і СН швидкість росту культур цього виду була в межах 9,6–11,5 мм/добу; на СА – в межах від 8,0 мм/добу – для 353 і 5129 до 11,5 мм/добу – для 5131. Для культури *C.versicolor* 5095 швидкість росту взагалі становила 15,0 мм/добу.

У табл. 3 наведено сприятливі середовища для забезпечення максимальної швидкості росту вегетативного міцелію в умовах поверхневого культивування та накопичення біомаси при глибинному культивуванні. Аналізуючи дані цієї таблиці, можна зробити висновок, що чіткої кореляції між результатами на агаризованих середовищах і в глибинній культурі для грибів *C.versicolor* не існує.

Таблиця 3. Склад агаризованих та рідких середовищ, які сприяють накопиченню біомаси штамми *C.versicolor*

Середовища	Склад середовищ для штамів						
	353	1689	5094	5095	5129	5131	5299
Агаризовані	СН	СН	СА, КГА	СА	КГА	СА	СА
Рідкі	ПС	КГ	ПС	КГ	КГ	КГ	ПС

Незважаючи на те, що первинний відбір продуцентів завжди проводять на агаризованих середовищах, взаємозв'язок між кінетикою росту поверхневої колонії та глибинної культури, на думку Рігхелато, коректно не визначено [14], що і було підтверджено при дослідженні росту *C.versicolor* в глибинній і поверхневій культурі.

Висновки

1. При глибинному культивуванні штамів *Coriolus versicolor* спостерігається характерний дрібноглобулярний ріст у вигляді кульок гладеньких або з ворсинками. Розмір кульок варіює в межах 0,1–0,8 см залежно від штаму та середовища.

2. Кореляція між ростом на агаризованих середовищах і в глибинній культурі для семи базидіоміцетів виду *C.versicolor* не встановлена. Штами, що показали максимальну швидкість росту на відповідному агаризованому середовищі, не дають максимальної концентрації біомаси на цьому ж середовищі в глибинній культурі.

3. Природні рідкі середовища (пивне сусло та молочна сироватка) порівняно з комплексними (глюкозо-пептонним, глюкозо-амонійним, картопляно-глюкозним) забезпечували в чотири-п'ять разів більший вихід біомаси грибів *C.versicolor*.

4. Для подальших досліджень у глибинній культурі за накопиченням біомаси та економічним використанням поживних компонентів обрано культури *C.versicolor* 353, 5095 і 5131. Для накопичення максимальної концентрації біомаси рекомендовано використовувати рідкі середовища: пивне сусло 8° за Балінгом, глюкозо-пептонне середовище та молочну сироватку.

* * *

Автори висловлюють щиру подяку професору, доктору біологічних наук А.С. Бухало за надання культур роду *Coriolus* для проведення досліджень.

Дослідження проводилися в рамках гранту Фонду фундаментальних досліджень МОН України за темою "Закономірності росту базидіальних грибів у глибинній та поверхневій культурі".

И.Р. Клечук, Н.Ю. Митропольская, Л.А. Антоненко, О.И. Нишпорская

ОСОБЕННОСТИ РОСТА *CORIOLUS VERSICOLOR* В ГЛУБИННОЙ КУЛЬТУРЕ

Проведен скрининг в глубинной культуре семи штаммов базидиальных грибов *Coriolus versicolor* на широком спектре природных, комплексных и синтетических сред: пивное сусло, картофельно-глюкозная, молочная сыворотка, глюкозо-пептонная, глюкозо-аммонийная, среда Норкранс с отваром дубовой коры и без него. Установлено, что в глубинной культуре для грибов *C.versicolor* характерен мелкоглобулярный рост. Отобрано по показателю накопления биомассы и экономическими коэффициентами культуры *C.versicolor* 353, 5095 и 5131 для дальнейших исследований. Рекомендовано использовать пивное сусло, глюкозо-пептонную среду и молочную сыворотку для максимального накопления биомассы штаммами *C.versicolor* 353, 5095 и 5131.

I.R. Klechak, N.Yu. Mytropolska, L.O. Antonenko, O.I. Nyshporska

THE SPECIFICITY OF *CORIOLUS VERSICOLOR* GROWTH IN A DEEP CULTURE

The present paper describes the screening of seven cultures of basidiomycetous mushrooms *Coriolus versicolor* in a deep culture on a wide range of natural, complex and synthetic mediums: wort, potato-glucose, lacto serum, glucose-peptone, glucose-ammonium, Norkrans medium with the oak bark decoction and without it. On the experimental side, we determine that small globular growth is typical of the mushrooms *C. versicolor* in a deep culture. According to the index of concentration of biomass and economic coefficients, we select the strains *C. versicolor* 353, 5095 and 5131 for further research. Finally, we recommend using wort, glucose-peptone medium and lacto serum for the maximum biomass concentration by the strains *C. versicolor* 353, 5095 and 5131.

1. *Белова Н.В.* Базидиомицеты – источники биологически активных веществ // Растительные ресурсы. – 1991. – Вып. 2. – С. 8–15.
2. *Белова Н.В.* Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов в культуре // Микология и фитопатология. – 2004. – 38, вып. 2. – С. 1–5.
3. *Белова Н.В., Ефремова И.Я.* Препараты из высших базидиальных грибов – объект патентно-правовой охраны // Там же. – 1992. – 26, вып. 4. – С. 321–324.
4. *Бухало А.С., Соломко Е.Ф., Митропольська Н.Ю.* Базидіальні макромицети з лікарськими властивостями // Укр. ботан. журн. – 1996. – 53, № 3. – С. 192–201.
5. *Трутнева І.А., Горова Т.Л., Дудченко Л.Г.* Вищі базидіальні гриби – об'єкт медичних досліджень. Імуномодуюча активність // Фітотерапія. Часопис. – 2003. – № 1-2. – С. 32–35.
6. *Каталог культур Колекції шапинкових грибів (ІБК) / А.С. Бухало, Н.Ю. Митропольська, О.Б. Михайлова.* – К.: Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, НВФ “Славутич-дельфін”, 2006. – 36 с.
7. *Бухало А.С.* Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. – К.: Наук. думка, 1988. – 144 с.
8. *Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А. и др.* Методы экспериментальной микологии: Справочник. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
9. *Exopolysaccharides of some medicinal mushrooms: production and composition / V.G. Babitskaya, V.V. Scherba, N.Yu. Mitropolskaya, N.A. Bisko // Int. J. Med. Mushr. – 2000. – 2. – P. 51–54.*
10. *Русинова Т.В.* Разработка технологии биосинтеза фермента лакказы базидиальными грибами рода *Trametes*: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: ОАО ГосНИИ биосинтеза белковых веществ, 2007. – 21 с.
11. *Антоненко Л.А., Дзыгун Л.П., Клечак И.Р., Линовицкая В.М.* Особенности роста дереворазрушающих базидиомицетов на агаризованных средах // Высшие базидиальные грибы: индивидуумы, популяции, сообщества: Матер. юбилейной конф., посвященной 100-летию со дня рождения М.В. Горленко. – М.: ООО Изд-во “Восток-Запад”, 2008. – С. 38–52.
12. *Методи експериментальної мікології: Довідник під ред. В.І. Білай.* – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
13. *Методы технологического и микробиологического контроля в виноделии / Под ред. Г.Г. Валушко.* – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 144 с.
14. *Даниляк М.І., Решетников С.В.* Лікарські гриби. Медичне застосування та проблеми біотехнології / Наук. ред. К.М. Ситник. – К.: Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 1996. – 61 с.
15. *Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре / Н.А. Бисько, А.С. Бухало, С.П. Вассер и др.* – К.: Наук. думка, 1983. – 312 с.
16. *Горшина Е.С., Скворцова М.М., Бирюков В.В.* Технология получения биологически активной субстанции лекарственного гриба кориола опушеного // Биотехнология. – 2003. – № 2. – С. 45–53.
17. *Горшина Е.С.* Морфологические и физиолого-биохимические особенности грибов рода *Coriolus*, продуцентов биологически активных веществ // Соврем. микология в России. Первый съезд микологов России: Тез. докл. – М.: Нац. академия микологии, 2002. – С. 253–254.
18. *Рупачек В.* Биология дереворазрушающих грибов. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 276 с.
19. *Патент РФ 2005 № 2323966.* Штамм гриба *Trametes rubescens* С-23 – продуцент эргостерина и препарат, положительно влияющий на тканевый обмен, стимулирующий иммуногенез и способствующий восстановлению нарушенной оксидаз-смешанной функции печени. – Оpubл. 10.05.2008; Бюл. № 13.
20. *Беккер З.Э.* Физиология грибов и их практическое использование. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – С. 167–169.
21. *Денисова Н.П.* Природа и биологическая роль протеиназ базидиальных грибов // Микология и фитопатология. – 1984. – 18, № 2. – С. 116–121.