

УДК (613.634:632.4):(331.102.342:662.756.3)

МІКРОСКОПІЧНІ ГРИБИ ЯК ПОТЕНЦІЙНИЙ РИЗИК ДЛЯ РОБІТНИКІВ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Цапко В. Г.^{1, 2}, Стеренбоген М. Ю.², Чудновець А. Я.², Папач В. В.²,
Курченко І. М.³, Харкевич О. С.³, Наконечна Л. Т.³, Юр'єва О. М.³

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

²ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

³ДУ «Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України», м. Київ

Приведено результати мікологічних досліджень при переробці сировини, яка використовується для виробництва біопалива. Досліджено зразки насіння ріпаку, кукурудзи, а також ріпакову олію. Була виділена чиста культура та ідентифіковані мікроскопічні гриби. Деякі з них здатні утворювати токсини, які можуть викликати захворювання людини, рослин і тварин.

Ключові слова: виробництво біопалива, мікроскопічні гриби, потенційний ризик

Вступ

У сучасних економічних умовах в Україні вкрай необхідно розвивати виробництво альтернативних видів палива. Натепер Україна задовольняє свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах за рахунок власного видобутку менше ніж на 50 %, а залишок складає імпорт. На додаток, неухильне скорочення світових запасів викопних палив і їхнє постійне подорожчання перетворює енергозабезпечення України на одну з найважливіших загальнодержавних проблем. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є включення альтернативних джерел енергії в паливний баланс країни. Підрахунки показують, що цей енергетичний потенціал біомаси міг би задовольнити до 10 % від загального споживання енергії в Україні.

Міжнародна енергетична асоціація (IEA) прогнозує, що до 2030 року світовий випуск біопалива збільшиться до 150 млн т енергетичного еквівалента нафти. Щорічні темпи приросту виробництва після кризи складуть 7–9 %. У результаті доля біопалива в загальному об'ємі транспортного палива досягне 4–6 %. У зв'язку зі збільшенням виробництва біопалива зросте залучення нових працівників у цю галузь.

У процесі виробництва біопалива робітники підпадають під вплив таких виробничих чинників, як мікроклімат та біологічний фактор, до якого належить багатокомпонентний органічний пил, що включає речовини рослинного походження, сапрофітну, умовно-патогенну і патогенну мікрофлору (бактерії, гриби, їхні спори і токсини) і біологічно активні речовини, пестициди та засоби для обробки рослин [21, 36].

Так, у процесі збирання і зберігання врожаю кукурудзи в порівнянні з ріпаковою сировиною створюються максимально сприятливі умови для накопичення мікрофлори [1, 3]. Із комплексу біологічних чинників найбільшою проблемою є мікроміцети, що контамінують кукурудзяну сировину і являються фактором ризику у виникненні професійних захворювань робітників, які контактують із сировиною при виробництві біопалива. Навіть після хімічної або фізичної обробки при зберіганні кукурудзи виявляються значні концентрації грибних спор [4, 5, 19, 20, 34].

Більшість авторів вважає, що серед факторів, які формують мікробіологічне забруднення сировини, а саме впливають на якісний та кількісний склад пліснявих грибів, є, в першу чергу, вологість та температура повітря. Збудники пліснявіння розвиваються тільки в умовах високої вологості, тому розвиток грибів після збирання і в період зберігання залежить від ступеня вологості повітря, а також вологості самого зерна. За тривалої сирієї погоди вологість зерна підвищується, що сприяє інтенсивному розвитку пліснявих грибів [11].

Зміст актиноміцетів, як і наявність грибних спор залежить від тих же чинників мікроклімату — температури і вологості повітря. Деякі види грибів, особливо *Eurotium spp.* (*Aspergillus glaucus*), здатні розвиватися і при низькій вологості повітря до 35 %. Проте найпоширенішим видом, що успішно розвивається при низькій вологості, є вид *Aspergillus spp* [5, 9].

Температура є також важливим чинником росту і розвитку пліснявих грибів. Гриби відрізняються чутливістю щодо температури: температура впли-

ває на розмір, інтенсивність зростання міцелію і утворення конідій, на токсичні властивості грибів. Найхолодостійкіші можуть розвиватися навіть при мінусових, але близьких до нуля температурах.

Окремі автори стверджують, що при температурі 1 °С плісняві гриби не розвиваються і при оптимальній вологості. Розвиток пліснявих грибів, можливий при температурі не нижче +5 °С.

Низькі температури зберігання уповільнюють розвиток грибів, навіть, якщо вологість зерна висока. Так, при температурі –5 °С загальне зараження пліснявими грибами зерна з вологістю 30 % виявлялося приблизно через два місяці зберігання, за вологості 25 % – через чотири місяці, а зерна з вологістю 19 % – через шість місяців. Оптимальна температура для розвитку більшості пліснявих грибів знаходиться в межах 20–30 °С [7].

Найнебезпечніші плісняві гриби родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma lignorum* (*Tode*) Harz. та їхні метаболіти – такі мікотоксини, як афлотоксини, кайєва кислота, охратоксини, пеніцилова кислота, зеараленон, фузарієва кислота [4, 12]. Розвитку токсичних грибів сприяє попереднє заселення зерна поверхневою мікофлорою. Перевага того або іншого виду гриба не завжди визначає за ним головну роль, а, навпаки, гриби з високою токсичністю в досліджуваному зразку можуть бути менш чисельними і розвиненими. При цьому масова поява токсичних грибів у сировині визначається не тільки мікрокліматичними умовами зберігання, вологістю насіння, а й особливостями фізіології їх живлення.

Патогенність грибів зростає під впливом високих температур: зумовлено це здатністю грибів виділяти в таких умовах більшу кількість токсичних речовин, які отруюють зародки і молоді проростки. Оптимальні умови для синтезування мікотоксинів грибом *Aspergillus flavus* знаходяться в межах вологості сировини 18,3–18,5 % і температури 35–50 °С, видами *Penicillium* – 25–40 °С, *Trichoderma lignorum* – 20–30 °С. Зібраний урожай рекомендується зберігати при вологості сировини до 13 %, коли здатність грибів синтезувати токсини відсутня.

За даними літератури, вплив на здоров'я працюючих здійснюють не лише спори/клітини грибів, але й клітинні фрагменти, яким досі приділяють мало уваги. Доведено, що дрібні частинки (менше 2,5 мкм) чітко зумовлюють побічні ефекти на здоров'я людей. Встановлено, що значна кіль-

кість імунологічно активних часток мають розміри суттєво менші, ніж спори, що виділяються з поверхонь, забруднених грибами. Дуже маленькі частинки (0,3 мкм) кількісно перевищували кількість спор більш ніж у 320 разів. Проблема розпізнання таких часток полягає в тому, що дрібні й дуже дрібні клітинні фрагменти неможливо виявити традиційними методами дослідження зразків біоаерозолів. Проте попередніми знахідками фрагментів міцелія (великі фрагменти, що виявляються при світловій мікроскопії) підтверджена така можливість [23].

Показано, що концентрація фрагментів грибів у повітрі приміщень досягає рівня від 29 до 146 частинок у 1 м³, тобто до 6,3 % усіх елементів. Бельгійські вчені повідомили, що частинки міцелія часто відриваються від забруднених поверхонь і деякі з цих фрагментів залишаються життєздатними і можуть проростати [17].

Гриби в цілому і в плісняві, зокрема, як живі, так і мертві клітини можуть викликати захворювання алергенного характеру. У осіб з серйозними імунодефіцитними станами може бути пряма інфекція. Основним шляхом потрапляння грибів та їх спор в організм є шлунково-кишковий тракт та органи дихання [2, 8, 13].

Встановлення діагнозу мікогенної алергії є досить важким завданням. Розвитку чітких уявлень про алергію до грибів заважає занадто велика різноманітність потенційно алергенних грибів, нестабільність і варіабельність їх алергенів, відсутність угоди по сучасній номенклатурі грибів і не завжди адекватний вибір матеріалу – джерела для приготування алергену. У зв'язку з цими та рядом інших чинників, вивчення грибкових алергенів відбувається повільніше порівняно з іншими аероалергенами. Це відноситься до абсолютної більшості алергенів, хоча як виняток можна назвати *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus* і *Cladosporium herbarum*.

Алергічні реакції від дії пліснявих грибів на легеневу тканину добре описані в дуже широкому діапазоні: від запалення верхніх дихальних шляхів (риніти) з супутнім кон'юнктивітом до важкої бронхіальної астми алергічного бронхолегеневого аспергілезу і екзогенного алергічного альвеоліту [10, 14–16, 22].

Алергічні реакції на грибкові алергени, що зачіпають нижні дихальні шляхи, зустрічаються частіше, ніж пилкова алергія.

Це доведено провокаційними тестами, коли при інгаляції спор або їх екстрактів виникав бронхоспазм. З респіраторними симптомами мікогенної алергії пов'язано більш ніж 80 видів грибів. Епідеміологічні і клінічні дослідження були сфокусовані на основних видах, таких як *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.*, *Cladosporium spp.* і *Penicillium spp.* На основі епідеміологічного дослідження, яке було проведено в США, встановлено, що 3,6 % жителів були сенсibiliзовані до грибів *Alternaria alternata* [16]. У осіб з астмою і ринітами частота позитивних шкірних тестів до цього гриба була ще вища. До 80 % астматиків у США мали позитивні шкірні проби до одного або більше видів грибів. З 1286 дітей-астматиків, що проживають у містах США, у 38,3 % були виявлені позитивні шкірні проби до *Alternaria spp.*, порівняно з 35,8 % – до тарганів і 34,6 % – до домашнього пилу. Гіперчутливість до *Alternaria* також зв'язують з важкою, життєво-загрозовою бронхіальною астмою, з віком, а також з рівнем вивільнення алергенів зі спор і активністю протеаз цього гриба [17].

Інгаляційні алергени рослин і грибів, на відміну від побутових або епідермальних, є присутніми в аерозолях, в основному в інкапсульованій формі. Це – пилок трав і дерев, спори/конідії грибів. Виключення виникають після дощу, коли можливий викид вмісту набряклих пилкових зерен у вигляді субмікроскопічних часток і у випадках техногенних викидів. Конідії мають розмір у середньому на порядок менший, ніж пилкові зерна. Діаметр конідій мікроміцетів таких поширених родів, як *Penicillium* і *Aspergillus*, не перевищує 3–5 мкм.

На сьогодні увага гігієністів приділяється моніторингу та прогнозуванню щодо розповсюдження мікроскопічних грибів-патогенів у виробничому середовищі, що сприяє зростанню інфікованості. Умови праці формуються в умовах екологічного пресингу та підпадають під вплив навколишнього середовища.

Розповсюдження мікроскопічних грибів у різних компонентах наземних екосистем корелює з їхніми функціональними можливостями [14, 18]. Власність грибів утворювати розгалужену та довгоживучу міцеліальну сітку та здатність до транслокації органічних та неорганічних елементів надає їм ряд переваг у здійсненні екофізіологічних функцій [26, 28, 29]. Гриби превалюють за біомасою майже в усіх ґрунтах, відіграють основну роль у деструкції органічних речовин, домінують при розкладі лігно-

целюлозного комплексу. Гриби, поряд з участю в формуванні ґрунту, здійснюють, насамперед, фізичний зв'язок мінеральних частинок та забезпечують стабільність ґрунтових агрегатів, є основними продуцентами та споживачами пулу вуглецю в ґрунті. Біомаса грибів у ґрунтах переважає над бактеріальною та становить від 50–70 % до понад 90 %.

Отже, гриби є важливим компонентом екосистем, що можуть існувати в ґрунті як сапрофіти, та здатні викликати цілу низку захворювань людини, рослин та тварин [6, 27, 31, 32].

У повітрі гриби знаходяться у вигляді спор та фрагментів міцелію завдяки їхньому пасивному та активному розсіюванню, причому їхня кількість залежить від багатьох факторів. Вважають, що їхніми основними джерелами є культурні та дикі рослини, рослинні залишки, верхні шари ґрунту. Вивчення мікобіоти повітря має важливе санітарно-гігієнічне та фітопатологічне значення. Підвищена кількість грибів у повітрі виробничих приміщень під час обробки рослинної сировини негативно впливає на здоров'я персоналу. Потрапляючи в легені при диханні, спори можуть осідати на слизових оболонках та уражувати їх внаслідок заселення та виділення токсичних речовин. Ступінь ураження та клінічні прояви захворювання залежать від кількості спор у повітрі, чутливості та імунного статусу організму [18, 24].

Таким чином, враховуючи перспективи розвитку біопаливної енергетики, значну зайнятість у цій галузі працюючих, а також можливу наявність біологічних факторів у виробничому середовищі, нами було проведено визначення складу грибів у рослинній сировині (кукурудзі та ріпаку) з метою визначення їх можливого потенційного ризику для здоров'я працюючих.

Матеріали та методи дослідження

Для виділення мікроскопічних грибів із зразків насіння ріпаку, кукурудзи та змивів з них, а також ріпакової олії, використовували три поживних середовища: сусло агар, картопляно-глюкозний агар і агаризоване середовище Чапека. Зразки обробляли 70 %-м етиловим спиртом протягом 5 хв, тричі промивали стерильною дистильованою водою і розкладали в чашки Петрі на поживні середовища та ставили для подальшого культивування в термостат при 25 ± 2 °C на 14 діб (метод накопичувальної культури) [30].

Мікобіоту змивів вивчали на вказаних вище твердих поживних середовищах методом розведень. Перше розведення готували таким чином: до 10 г насіння додавали 90 мл стерильної дистильованої води. На поживні середовища висівали перше та друге (10^2) розведення.

Культури мікроскопічних грибів виділяли в чисту культуру та ідентифікували за загально визнаними визначниками [25, 35].

Кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) визначали за загальноприйнятим методом [33].

Результати дослідження та їх обговорення

Досліджено мікобіоту зразків насіння ріпаку, кукурудзи і змивів з них, а також ріпакової олії, з яких виділено в чисту культуру та ідентифіковано мікро-

скопічні гриби. Деякі з них здатні утворювати токсини та викликати захворювання рослин, тварин і людини.

Усього було виділено 18 видів мікроскопічних грибів, більшість з яких належала до групи *Anamorphic fungi* (табл. 1). Із зразків насіння кукурудзи всього було виділено 7 видів, а з насіння рапсу – 16 видів мікроскопічних грибів. Слід зауважити, що з ріпакової олії гриби виділені не були (табл. 1).

Встановлено, що мікроскопічні гриби на зерні кукурудзи були представлені значно меншою, порівняно з насінням рапсу, кількістю видів, проте середня кількість КУО перевищувала таку для ріпаку майже втричі (табл. 2).

За даними літератури ряд виділених нами видів мікроскопічних грибів можуть являти загрозу для здоров'я людини:

Таблиця 1

Мікобіота досліджених зразків рапсу та кукурудзи

Вид гриба	Кукурудза		Ріпак		
	Насіння	Змив з насіння	Насіння	Змив з насіння	Олія
Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales, Mucocladaceae					
<i>Absidia glauca</i> Hagem				+	
<i>Absidia spinosa</i> Lendn.	+				
Ascomycota, Pezizomycotina, Eurotiomycetes, Eurotiomycetidae, Eurotiales, Trichocomaceae					
<i>Eurotium herbariorum</i> (F.H. Wigg.) Link	+		+		
<i>Eurotium rubrum</i> Jos. König et al.				+	
<i>Fennellia flavipes</i> B.J. Wiley & E.G. Simmons				+	
<i>Aspergillus candidus</i> Link				+	
<i>Aspergillus flavus</i> var. <i>oryzae</i> (Ahlb.) Kurtzman, M.J. Smiley, Robnett & Wicklow	+	+		+	
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	+	+			
<i>Aspergillus ustus</i> (Bainier) Thom & Church				+	
<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.				+	
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries			+	+	
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link			+	+	
<i>Fusarium lactis</i> Pirota & Riboni				+	
<i>Geotrichum candidum</i> Link				+	
<i>Mycelia sterilia</i> (dark)		+		+	
<i>Mycelia sterilia</i> (white)	+			+	
<i>Penicillium</i> sp.	+	+		+	
<i>Sporotrichum</i> sp.				+	

Примітка. **Шрифтом** позначені види мікроскопічних грибів, що є потенційно небезпечними для здоров'я людини.

Таблиця 2

Кількість колонієутворюючих одиниць (КУО/г зерна) мікроскопічних грибів у досліджених зразках кукурудзи та ріпаку

Зразок	Загальна кількість КУО	Середня кількість КУО
Зерно кукурудзи	480–590	530
Зерно рапсу	70–300	180
Олія рапсова	0	0

Aspergillus candidus викликає широке коло інфекційних захворювань людини, у тому числі оніхомікоз, отомікоз і інвазійний аспергильоз;

Aspergillus flavus var. oryzae – збудник багатьох інфекційних захворювань людини, у тому числі пневмоній, що зумовлені гіперчутливістю; мікотоксикозу, який викликається афлатоксинами; отиту, синуситу та інвазійного мікозу, особливо у хворих на гранулоцитопенію. Гриби цього виду виявляють дуже високу ангіоінвазивність, що спричиняє розвиток інфаркту та некрозу, відмічені випадки розвитку ендокардитів після застосування антибіотикотерапії. Основний агент алергічного бронхіального аспергильозу та інших легеневих інфекцій у пацієнтів з порушеннями імунного статусу;

Aspergillus niger – звичайно виявляється як вторинно інфікуючий організм після бактеріального отиту. Найчастіше пов'язаний з легеневиими захворюваннями в осіб, що мають ослаблений імунітет. Викликає дисеміновані аспергильози, оніхомікози;

Aspergillus ustus – викликає отит, спричиняє інфікування при опіках, дисеміновані та легеневі інфекції;

Aspergillus versicolor – викликає різні типи мікозів, зокрема оніхомікоз, інвазійний аспергильоз;

Cladosporium cladosporioides – викликає легеневі та шкірні інфекції, кератити, дентальні гранульоми; можливі інфікування синусів та змішана дисемінована інфекція;

Cladosporium herbarum – широко розповсюджений сапрофіт; викликає ураження шкіри, алергічні легеневі мікози, можливо, кератит;

Geotrichum candidum – широко розповсюджений вид, який здатний пристосовуватись до різних екологічних умов. Колонізує кишковий тракт та викликає бронхо-легеневі інфекції людини, дисеміновані інфільтрати, потрапляючи в кровотік може викликати сепсис;

деякі види роду *Penicillium* – можуть виявлятися при отомікозі, кератиті, ендoftальміті, леге-

невій інфекції, інфекціях сечових шляхів, а також при канцерогенезі.

Таким чином, загалом нами було виділено 16 видів мікроскопічних грибів, 8 з яких можуть бути потенційними збудниками ряду захворювань людини.

Слід зауважити, що більшість дослідників вважають, що жорсткі нормативи повинні враховувати, у першу чергу, видовий склад мікроорганізмів повітря. Це пояснюється тим, що серед грибів є як сапрофітні, так і патогенні та токсигенні організми, наявність яких у повітрі просто неприпустима. Відомо, що звичайні аспергильози можуть виникати при ослабленні організму під впливом інших факторів. Забрудненість повітря спорами мікроорганізмів визначає в цілому санітарно-гігієнічний стан виробничих приміщень. Завдяки руху повітряних мас виникає їх розповсюдження в усьому об'ємі приміщення. Відомо, що спори грибів завжди є в повітрі приміщень, причому їхній вміст може варіювати від декількох десятків до кількох тисяч в 1 м³ (КУО/м³). На сьогодні не встановлено чітких критеріїв щодо нормування кількісного складу грибів для житлових приміщень, але відомо, що 500 КУО в 1 м³ повітря вже може викликати сенсibiлізацію організму людини.

Висновки

1. Аналіз даних наукової літератури та світових тенденцій у галузі нетрадиційних видів палива свідчить про те, що найперспективнішими культурами для його виробництва в Європі і, у тому числі в Україні, є ріпак та кукурудза.
2. У результаті мікробіологічних досліджень сировинного матеріалу (зерна ріпаку та кукурудзи) було виділено 16 видів мікроскопічних грибів. Видовий склад мікроскопічних грибів, що були виділені з зерна кукурудзи, представлений 7 видами, три з яких є потенційними токсинотворювачами. Видовий склад грибів, виділених з насіння рапсу, представлений 16 видами, вісім з яких являються потенційними токсинотворювачами.

3. Встановлені токсиноутворюючі види грибів можуть викликати збудниками широке коло інфекційних захворювань, таких як оніомікоз, отомікоз, інвазійний аспергільоз, а також можуть бути сенсibiliзуючим фактором у виникненні алергічних бронхо-легеневих інфекцій, інфекцій сечових шляхів, а також при канцерогенезі. Наявність даних видів грибів у виробничих приміщеннях при переробці рослинної сировини можна вважати факто-

ром потенційного ризику для здоров'я працівників у виникненні професійно-зумовлених захворювань.

4. Результати досліджень дозволяють вважати вельми актуальним розроблення спеціальних профілактичних заходів, спрямованих на попередження негативного впливу мікроскопічних грибів та продуктів їх життєдіяльності, інших факторів виробничого середовища на здоров'я працюючих у галузі.

Література

- Booth C. The genus *Fusarium* / C. Booth.– Commonwealth Mycol. Inst.: Kew, England, 1971.– 237 p.
- Burge J. A. Evaluation of indoor plantings as allergen exposure sources / Burge J. A., Solomon W. R., Mailenberg M. L. // *J. Allergy Clin. Immunol.*– 1982.– V. 70.– P. 101.
- Charmaan J. A. Toxic mold: phantom risk as science / Charmaan J. A., Terr A. I., Jacobs R. L. // *Ann. Allergy Asthma Immunol.*– 2003.– V. 91, № 3.– P. 217–219.
- Desai M. R. Aflatoxin related occupational exposure to maize processing workers / Desai M. R., Ghosh S. K. // *Cell Mol Biol.*– 2003.– V. 49(4).– P. 529–535.
- Dighton J. Fungi in Ecosystem processes / J. Dighton.– New York–Basel: Marcel Dekker Inc., 2003.– 432 p.
- Faergemann J. Atopic dermatitis and fungi / J. Faergemann // *Clin. Microbiol. Rev.*– 2002.– V. 15, № 4.– P. 545–563.
- Fung F. Health effects of indoor fungal bioaerosol exposure / Fung F., Hughson W. G. // *Appl. Occup. Environ Hyg.*– 2003.– V. 18, № 7.– P. 535–544.
- Immunologic reactivity to work-related airborne allergens in people occupationally exposed to dust from herbs environment / Golec M., Skorska C., Mackiewicz B., Dutkiewicz J. // *Ann Agric Environ. Med.*– 2004.– V. 11, № 1.– P. 121–129.
- Gorny R. L. Fungal fragments as indoor air biocontaminants / Gorny R. L., Reponen T., Willeke K. // *Appl. Environment. Microbiol.*– 2002.– V. 68, № 7.– P. 3522–3531.
- Greenberger P. A. Allergic bronchopulmonary aspergillosis / Greenberger P. A. // *J. Allergy Clin. Immunol.*– 2002.– V. 110, № 5.– P. 685–692.
- Influence of temperature water activity and pH on growth of some xerophilic fungi / Gock M. A., Hocking A. D., Pitt J. I., Poulos P. G. // *Int J Food Microbiol.*– 2003.– V. 81.– P. 11–19.
- Kasprzyk I. Aeromycology – main research fields of interest during the last 25 years. *Ann Agric Environ Med* 2008.– V. 15.– P. 1–7.
- Kurup V. P. Immunobiology of fungal allergens / Kurup V. P., Shen H.-D., Vijay H. // *Int. Arch. Allergy Immunol.*– 2002.– V. 129.– P. 181–188.
- Kuhn D. M. Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotris chartarum*: infectious disease perspective / Kuhn D. M., Ghannoum M. A. // *Clinical Microbiology Reviews.*– 2003.– V. 16.– P. 144–1142.
- Latge J. P. The pathobiology of *Aspergillus Fumigatus* / Latge J. P. // *Trends Microbiol.*– 2001.– V. 9.– P. 382–389.
- Hypersensitivity pneumonitis caused by *Fusarium napiforme* in a home environment / Lee S. K., Kim S. S., Nahm D. H. [et al.] // *Allergy.*– 2000.– V. 55.– P. 1190–1193.
- Madelin T. M. Biological analysis of fungi and associated molds In. C. S. Cox and C. M. Hathes (ed.), *Bioaerosol handbook*. Lewis Publ / Madelin T. M., Madelin M. F / CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla.– 1995.– P. 361–386.
- Damp housing, mould growth and symptomatic health state / Platt S. D., Martin C. J., Hunt S. M. et al. // *Br. Med. J.*– 1989.– V. 298.– P. 1673–1678.
- Solomon W. R. Assessing fungal prevalence in domestic interior / Solomon W. R. // *J. Allergy Clin. Immunol.*– 1975.– V. 56.– P. 235–242.
- The effect of house design and environment on fungal movement in homes of bronchial asthma patients / Takatori K., Saito A., Yasueda H. [et al.] // *Myco-pathologia.*– 2000.– V. 152 – P. 41–49.
- Exposure to bioaerosols in the selected agricultural facilities of the Ukraine and Poland – a review / Tsapko V. G., Chudnovets A. J., Sterenbogen M. J. [et al.] // *Ann. Agric. Environ. Med.*– 2011.– V. 18.– P. 19–27.
- Sensitisation to airborne moulds and severity of asthma: cross sectional study from European Community respiratory health survey / Zureik M., Neukirch C., Leynaert B. [et al.] // *Brit. Med. J.*– 2002.– V. 325.– P. 411–414.
- Аак О. В. Алергены грибов. Особенности микогенной сенсibiliзации (обзор) // Аак О. В / Проблемы медицинской микологии.– 2005.– Т. 7, № 2.– С. 12–16.
- Аак О. В. Частота микогенной сенсibiliзации, выявляемой серологическим методом у больных аллергозами / Аак О. В., Соболев А. В., Козлова Я. И. // Успехи медицинской микологии. Материалы второго Всероссийского конгресса по медицинской микологии.– М., 2004.– Т. 3.– С. 123.

25. Билай В. И. Определитель токсинообразующих микромицетов / В. И. Билай, З. А. Курбацкая. – К.: Наук. думка, 1990. – 234 с.

26. Виноградский С. Н. Микробиология почвы / С. Н. Виноградский. – М.: АН СССР, 1952. – 792 с.

27. Елинов Н. П. Токсигенные грибы в патологии человека / Н. П. Елинов // Проблемы медицинской микологии. – 2002. – Т. 4, № 3 – С. 3–7.

28. Зайченко А. М. Макроциклические трихотеценовые микотоксины / Зайченко А. М., Андриенко Е. В., Цыганенко К. С. – К.: Наукова думка, 2008. – 248 с.

29. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О. Е. Марфенина. – М.: Медицина для всех, 2005. – 195 с.

30. Методы экспериментальной микологии: Справочник / Под ред. В. И. Билай. – К.: Наук. думка, 1982. – 583 с.

31. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / Билай В. И., Гвоздяк Р. И., Скрипаль И. Г. [и др.]; Под ред. Билай В. И. – К.: Наук. думка, 1988. – 552 с.

32. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель / Н. М. Пидопличко. – Т. 2. – К.: Наук. думка, 1977. – 299 с.

33. Предельно допустимые концентрации микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы // Токсикологич. вестн. – 1998. – № 5. – С. 34 – 39.

34. Профессиональные заболевания работников сельского хозяйства / Под ред. Ю. И. Кундиева, Е. П. Краснюк. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – К.: Здоров'я, 1989. – 273 с.

35. Саттон Д. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов / Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. / Пер с англ. К. Л. Тарасова, Ю. Н. Ковалева. Под ред. д-ра мед. наук И. Р. Дорожкойвой. – М.: Мир, 2001. – 468 с.

36. Цапко В. Г. Значение биоаэрозолей в гигиенической оценке условий труда в сельском хозяйстве // Цапко В. Г., Чудновец А. Я., Стеренбоген М. Ю / Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2006. – № 4 (8). – С. 65–71.

Цапко В. Г.^{1,2}, Стеренбоген М. Ю.², Чудновец А. Я.², Папач В. В.², Курченко И. М.³, Харкевич О. С.³, Наконечная Л. Т.³, Юрьева О. М.³

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РИСК ДЛЯ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА

¹Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев

²ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

³ГУ «Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАН Украины», г. Киев

Представлены результаты микологических исследований при переработке сырья, которое используется для производства биотоплива. Исследованы образцы семян рапса, кукурузы, а также рапсовое масло. Была выделена чистая культура и идентифицированы микроскопические грибы, отдельные виды которых способны к токсинообразованию, что может вызвать заболевания людей, растений и животных.

Ключевые слова: производство биотоплива, микроскопические грибы, потенциальный риск

Tsapko V. G.^{1,2}, Sterenbogen M. Y.², Chudnovets A. Y.², Papach V. V.², Kurchenko I. M.³, Kharkevich O. S.³, Nakonechna L. T.³, Yuryeva O. M.³

MICROFUNGI – POTENTIAL RISK FOR WORKERS ENGAGED IN BIOFUEL PRODUCTION

¹National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kiev

²SI «Institute for Occupational Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

³SI «Institute of microbiology and virology named after D. K. Zabolotny of NAN of Ukraine», Kyiv

The results of mycological studies on the raw material processing, used in biofuel production, are laid down. The samples of seeds of rape, maize as well as the rape oil were investigated. A pure culture has been extracted and there have been identified microfungi, among which there are those capable to generate toxins, causing diseases in humans, plants and animals.

Key words: biofuel production, microfungi, potential risk

Надійшла: 02.02.2012 р.

Контактна особа: Цапко В. Г., ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», вул. Саксаганського, 75, м. Київ, 01033. Тел.: (44) 289-44-22.