Chemistry, Technology and Application of Substances

Vol. 4, No. 2, 2021

О. В. Швед, І. І. Губицька, З. В. Губрій,
Л. Д. Болібрух, В. Й. Скорохода
Національний університет «Львівська політехніка»
Кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології
olha.v.shved@lpnu.ua

ФОРМУВАННЯ ДОСВІДУ ПРОТИДІЇ ВИКЛИКАМ ВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕД СТУДЕНТІВ ЗНАНЬ БІОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Частина 1

https://doi.org/10.23939/ctas2021.02.072

Проаналізовано нові виклики та стан розвитку захворювання COVID-19 у зв'язку з поширенням нових штамів SARS-CoV-2. Вивчено досвід та знання у роботі з новими засобами захисту різними типами вакцин: як класичними, на основі інактивованого вірусу, або його фрагменту, так і новим поколінням – з векторними та генетичними м-РНК - вакцинами, а також дієвими противірусними препаратами. Досліджено біоризики та відповідність принципам біобезпеки. Розглянуто поповнення бази компетенцій для біотехнологів та фармацевтів у контексті дистанційного навчання та реагування на пандемію. Нові дані використані для впровадження та поглиблення знань про вакцини нового покоління та про небезпеку подвійного використання експериментальних даних для розроблення нових компонентів освітніх програм спеціальностей «Біотехнології та біоінженерія» та «Фармація, промислова фармація».

***Ключові слова*: COVID-19, противірусні препарати, вакцини, мутовані коронавірусні штами, секвенування, біотехнологія, фармація, біобезпека.**

Вступ

Чергова хвиля пандемії COVID-19 у першій половині 2021 року змусила світову науку та медицину налагоджувати нові комунікації, вміння та навчання для захисту здоров'я людей, відновлювати карантинні заходи та, насамперед, сприяти ранньому діагностуванню та ізоляції інфікованих вірусом симптоматичних хворих. Україна також відчула небезпечні впливи вірусного зараження, запровадила нові обмежувальні правила щодо умов навчання, праці та побуту населення.

Тривалий карантин в умовах пандемії [1] вніс свої корективи у навчальний процес, змусивши навчальні заклади адаптовуватись до нових реалій, тому надання студентам знань відбувалося, як і передбачалося, через застосування технологій дистанційного навчання. Також посилено увагу до аналізу досліджень науковців світового рівня щодо виникнення, поширення та пошуків захисту відомими та надсучасними способами, які потребують базових знань з класичних дисциплін. На основі аналізу стану розвитку правил пандемії та реальних викликів, складності подолання вірусного зараження на COVID-19, посиленого вивчення вірусу визначено позитивні та негативні аспекти нового типу навчання студентів та роботи викладачів в умовах карантину, виконання заходів і правил безпечного навчання, а також у суспільному житті.

Сучасний стан освіти в умовах карантину переживає новий непередбачуваний підхід до виконання освітнього плану здобувачами вищої освіти. Незважаючи на наявний досвід роботи зі студентами заочної форми навчання, переведення на дистанційне навчання у закладах вищої освіти з метою безпеки, стало ще одним

викликом для студентської спільноти та професорсько-викладацького складу, визначило нові пріоритети у досягненні знань з використанням новітніх технологій спілкування та передачі інформації.

Мета дослідження

Проаналізувати нові виклики пандемії COVID-19, нові форми та засоби захисту, методи лікування коронавірусної хвороби з метою отримання поглиблених знань щодо принципів біобезпеки та біозахисту з урахуванням біоризиків студентами-біотехнологами та студентами-фармацевтами в умовах онлайн навчання в технічному університеті.

Матеріали та методи досліджень

Методичний аналіз навчальних дисциплін з підготовки бакалаврів та магістрів спеціальностей 162 «Біотехнології та біоінженерія», 226 «Фармація, промислова фармація» з урахуванням біоризиків, спричинених пандемією коронавірусу.

Результати досліджень та їх обговорення

У процесі вивчення дисциплін «Гігієна, діагностика людини та екомоніторинг», «Мікробіологія з основами вірусології», «Лабораторна та функціональна діагностика», «Клінічна фармація», «Фармакотерапія», «Медична біотехнологія», «Теоретичні основи імунології», «Біотехнологія імунопрепаратів та пробіотиків» студенти аналізують нові форми та засоби захисту, необхідні для протидії викликам пандемії COVID-19, методи лікування коронавірусної хвороби, поглиблюють знання щодо принципів біобезпеки та біозахисту тощо.

Для проходження виробничих практик бакалаврів і магістрів на підприємствах, що пов’язані з біотехнологічними виробництвами та синтезом біологічно активних субстанцій для створення лікарських засобів, з метою набуття якісних практичних навичок, забезпечення результатів освіти відповідних рівнів, бажано було б використовувати роботу у форматі offline, а в разі звітування про проходження практики застосовувати інноваційні підходи (формат онлайн). Під час дистанційного навчання виникли нові проблеми і вимоги щодо надання професійних компетенцій та навичок майбутнім фахівцям, як у межах єдиного економічного, так і освітнього простору країн, з урахуванням викликів часу та непередбачуваних форс-мажорних обставин, як-от, глобального розповсюдження захворювання COVID-19 [2].

Під час отримання практичних навичок на підприємствах з виробництва фармацевтичних біопрепаратів, харчової біотехнологічної продукції та в науково-дослідних установах з пошуку нових ефективних біологічно активних субстанцій та продуцентів біодіагностикумів в умовах пандемії особливо важливим є рекомендувати студентам використовувати фінансові держбюджетні і комерційні потенціали та грантові можливості для розроблення нових інноваційних проектів та StartUp.

Результати опрацювання програм практики та методичних вказівок щодо виконання навчальних та виробничих вимог показали необхідність коригування знань з дисциплін, які містять нормативні документи та методики аналізу інформації, розглядають питання з контролю якості цільової продукції, визначення критичних точок технології виробництва, утилізації продукції за вимогами системи аналізу ризиків, небезпечних чинників і контролю критичних точок HACCP, належної виробничої практики GMP, міжнародних стандартів якості ISO тощо. Умови карантинного дистанційного навчання передбачали особливе набуття практичних навичок на підприємствах та в наукових закладах, особливо, при впровадженні різних форм освіти, очної та заочної, зокрема дуальної, яка передбачає індивідуальний графік навчання та роботу на конкретній виробничій фірмі чи в науково-дослідницькій установі.

Світова пандемія, спричинена коронавірусом SARS-CoV-2, охопила світ активною протидією, пошуком негайного захисту, карантинними заходами, адекватним лікуванням, пошуком нових лікарських засобів, зокрема, противірусними медикаментами синтетичного та біологічного походження, створенням нових вакцин.

Першим кроком щодо захисту були запропоновані від 14-ти до 21-го днів самоізоляції, а, відтак, введено послаблення адаптивного карантину влітку, очевидно, враховуючи реакцію

сезонних вірусів на тепло та ультрафіолет, які послаблюють зростання та активність коронавірусу, як вказується в змісті дисципліни «Мікробіологія з основами вірусології».

Як показує аналіз стану захворюваності, проведений науковцями світового рівня, хвороба COVID-19 може перебігати по-різному, залежно від конкретного штаму коронавірусу SARS-CoV-2. Учені зазначають, що відмінність активності між штамами SARS-CoV-2 може бути значною. Крім того, мутації вірусу можуть викликати, як і будь-які процеси саморегуляції імунної системи, важкі випадки COVID-19 залежно від індивідуальних особливостей організму і призводити до летального результату [3].

Ковід не вписується у класичне уявлення про перебіг інфекційного процесу за показниками гуморального імунітету з утворенням антитіл: IgA, M, G. Лабораторні центри фіксували випадки повторного підтвердженого інфікування SARS-CoV-2 у пацієнтів з високим титром антитіл, до того ж для них характерні випадки перебігу захворювання у важчій формі. Особливого значення у діагностиці надають дослідженню антитіл IgG. Спостереження за динамікою утворення антитіл (1-10-15 одиниць) під час хвороби неодноразово може вказувати на рівень захворюваності, проте інформація, отримана під час визначення антитіл класу IgG SARS-CoV-2 до нуклеокапсидного антигену методом ІФА є винятково анамнестичною (підтверджує факт контакту організму з новим вірусом SARS-CoV-2), є напівкількісною методикою та не свідчить про напруженість імунітету, а є індексом позитивності, який не корелює ні з важкістю перебігу захворювання, ні з ризиком повторного інфікування. Результати якісного тесту «Коронавірус (SARS-CoV-2), антитіла IgG» не дають змоги оцінити кількість антитіл. Їх інтерпретують так: <1.4 Індекс – негативний результат (антитіла не виявлено), ≥ 1.4 Індекс – позитивний результат (антитіла виявлено) [4].

Для діагностики SARS-CoV-2 у COVID-19 існує два види тестів на коронавірус: експрес-тести наявності антитіл та білків, які виділяються після інфікування з точністю від 87 % до 95 %, і тести прямого визначення РНК вірусу методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР-PCR).

Основні принципи взяття проб для тестування, що їх вказали попередньо [5] аналогічні методам, відомим студентам з курсів «Лабораторна та функціональна діагностика», «Мікробіологія з основами вірусології», «Біохімія та молекулярна біологія» та «Біологія».

Існує два основні підходи до визначення штамів коронавірусу:

– за допомогою ПЛР-тесту, який налаштований «впізнавати» лише ті віруси, які мають мутацію під назвою N501Y, але такі тест-системи мають очевидну ваду: вони «впізнають» віруси з певною мутацією, проте не здатні вирізнити інші мутації;

– за допомогою секвенування геному «Sequence» – визначення послідовності нуклеотидних основ, з яких складається геном вірусу, що дає змогу побачити будь-які відмінності конкретного вірусу від його «родичів» і знайти його місце на «родовому дереві» SARS-CoV-2.

В Україні в Інституті молекулярної біології і генетики НАНУ (ІМБГ НАНУ) розробили власну тест-систему для діагностики COVID-19, яку верифіковано Інститутом епідеміології та інфекційних хвороб НАНУ через порівняння її роботи з тест-системами виробництва країн ЄС, тест-система вже готується до промислового випуску.

Варто зазначити, що студентам слід звертати увагу як на проведення статистичних підрахунків під час аналізу отриманих лабораторних даних, так і під час виконання практикуму з дисципліни «Комп'ютерні технології та статистика у біотехнології».

Вірусологам відомо вже багато штамів коронавірусу, серед яких достатньо агресивними, що викликали важкі симтоматичні проблеми у пацієнтів, є «китайський», «піденнно-африканський», «бразилійський», «британський» та «індійський».

У травні 2021 року ВООЗ класифікувала найпоширеніші штами коронавірусу на такі: «альфа» – B.1.1.7 «британський», «бета» – B.1.351 «піденнно-африканський», «гамма» – P.1 «бразилійський», «дельта» – B.1.617.2 «індійський», «дельта-плюс» – AY.1. [5].

Визначення варіантних штамів коронавірусу дасть можливість оцінювати властивості вірусів, а, відтак, вибудовувати ефективні страте-

гії лікування, розуміти, чому діють або не діють ті чи інші ліки, а також сприяти проведенню вакцинації.

У світі зафіксовано десятки тисяч різних варіантів SARS-CoV-2 – призвідника коронавірусної хвороби. Науковці визначили, що SARS-CoV-2 – одноланцюговий РНК-вірус природного походження приблизно на 30000 нуклеотидів. Геномом кодується 28 білків, з них 4 структурних, 8 допоміжних, інші – неструктурні білки, первинний транскрипт піддається протеолізу. Неструктурні білки вірусу пригнічують синтез білків клітини господаря, переважно блокуючи імунну відповідь, і викликають: інгібування трансляції РНК-матриці, інактивацію нуклеїнових кислот клітин, блокування синтезу інтерферону, інгібування синтезу МНС-1, автофагії і апоптозу тощо. Неструктурні білки захищають вірус від знешкодження імунною системою. На 80 % ідентичний SARS-CoV спричиняє важкий гострий респіраторний синдром – атипову пневмонію. Ковідний SARS-CoV-2 зв'язується з ACE-2 рецептром у носоглотці, де відбувається реплікація вірусу з нарощуванням вірусного навантаження в захищеному від імунітету середовищі та включається протеоліз білків для проникнення в клітину господаря. Е легені вірус потрапляє аспіраційним шляхом. Вперше виявлений в грудні 2019 року. Інфекція може відбуватися як у формі легкої ГРВІ, так і у важкій формі. Інфікований найзаразніший в інкубаційному періоді до появи симптомів. Серед ускладнень – пневмонія або дихальна недостатність з ризиком смерті. Важкість захворювання залежить від розміру інокулюму часточок вірусу (вдихнув меншу кількість вірусу – захворів у легшій формі або переніс асимптомно). Відомий американський реаніматолог і вчений Пол Марік зробив докладну доповідь про коронавіруси [6].

Найповніша відкрита база даних – Національного центру біотехнологічної інформації (США), в якій акумульовано дані з усього світу – містить геноми вже понад 38000 SARS-CoV-2. Згідно з висновками вчених, «британський» штам не впливає на активність наявних вакцин, проте ефективність вакцин є набагато нижчою супроти «бразильського», а особливо «південно-африканського» штамів. Знання про властивості нових штамів допоможе модифікувати вакцини. З огляду на стрімке поширення SARS-CoV-2 з білковими шипами corona spinarum – глікопротеїновими виростами та на притаманну будь-якому вірусу здатність швидко змінюватися, постійний моніторинг та відслідковування змін у будові коронавірусу будуть актуальними ще багато років.

«Британський» штам коронавірусу значно сильніший від того, що прийшов до нас з Китаю, він приблизно на 64 % більш летальний, ніж ті штами, які циркулювали до того. Раніше вчені вже з'ясували, що він легше поширюється. Про це заявили дослідники з різних установ Великобританії, які проаналізували дані понад ста тисяч пацієнтів, у яких коронавірус фіксували з жовтня 2020 року по січень 2021-го і спостерігали за хворими до середини лютого [7].

Однак у Великобританії, де був виділений «британський» штам, яким перехворіла численна кількість населення, спочатку планували завершення пандемічних заходів до 21 червня 2021, проте незабаром зросла захворюваність через поширення в країні «індійського», більш контагіозного, штаму коронавірусу, зокрема, кількість зафіксованих випадків штаму COVID-19 B.1.617.2 за тиждень збільшилася більш ніж удвічі [8].

Штам, який вперше виявили в Індії, має дві ключові мутації зовнішньої «спайкової» білкової частини вірусу, яка прикріплюється до клітин людини. Всесвітня організація охорони здоров'я визнала його таким, що «викликає занепокоєння», адже є більш заразним.

В Україні мутації вірусів визначають фахівці Інституту молекулярної біології і генетики (ІМБГ) НАНУ за допомогою методу секвенування, для якого використовують різні сучасні молекулярні технології на секвенаторах нового покоління та здатні проаналізувати результати. Науковці ІМБГ запропонували програму «Геномна епідеміологія SARS-CoV-2 в Україні». Займаються вивченням проблеми COVID-19 Центр громадського здоров'я та лікарні, де можна зібрати зразки для аналізу. Вивчає і має дозвіл працювати з вірусами також Інститут епідеміології та вірусології ім. Громашевського НАНУ.

За даними, оприлюдненими керівництвом МОЗ, на території України фіксували поодинокі

випадки «британського» штаму, проте виявлено його нові небезпечні мутації. Українськими науковцями ІМБГ проведено секвенування 17 зразків, відібраних у хворих з Івано-Франківська, коли в регіоні почався різкий спалах захворювання в лютому 2021 року і двох зразків з Києва та було виявлено у всіх зразках нові мутації «британського» штаму коронавірусу. Отримані дані вже зареєстровані в міжнародній базі GISAID, а про результати дослідження було поінформовано Раду національної безпеки та оборони України, а також делегацію ВООЗ. «Можна говорити про дуже небезпечну тенденцію заміни попередніх штамів коронавірусу, які циркулювали в Україні восени-взимку і якими українці вже перехворіли, на нові, мутовані штами «британця», – підкреслює директор ІМБГ, академік Михайло Тукало [9].

Представники ВООЗ погодилися з висновками науковців ІМБГ щодо нової хвилі захворюваності, яка спричинена новим для України штамом коронавірусу та характеризується важчими клінічними проявами, а також застерегли про появу інших, ще небезпечніших штамів, які почали фіксувати в сусідніх країнах Європи.

Останні дослідження стосуються вивчення наявності нейтралізуючих антитіл IgG до S-білку SARS-CoV-2, які блокують зв'язування вірусу з рецептором АПФ2 і проникнення у клітину. Лабораторія МЦ «Пріма Мед» започатковує новий тест для визначення нейтралізуючих антитіл до SARS-CoV-2 класу IgG QuantiSpike [10]. Тест на антитіла IgG до S-білка коронавірусу SARS-CoV-2 є кількісним та дає змогу визначити кількість антитіл до іншого структурного компоненту коронавірусу – S-білка. Більшість вакцин проти COVID-19, зокрема вакцини, схвалені в Україні, стимулюють в організмі вироблення антитіл до S-білка (50–500 мк).

У березні 2021 року лабораторія «Сінево» анонсувала новий тест – «Коронавірус (S-спайкового білка SARS-CoV-2, кількісне визначення), антитіла IgG», який може визначити кількість антитіл IgG до S-білка коронавірусу SARS-CoV-2. Кількісне визначення антитіл IgG дає можливість: оцінити та контролювати рівень імунного захисту організму після перенесеної хвороби COVID-19; прийняти разом із лікарем рішення щодо доцільності вакцинації; контролювати рівень імунного захисту організму після вакцинації проти COVID-19. Результати кількісного тесту показують кількість антитіл, що з'явилися внаслідок хвороби на COVID-19 або вакцинації: < 50.0 AU/ml – негативний результат (антитіла не виявлено), ≥ 50.0 AU/mL – позитивний результат, який буде виражений конкретною цифрою, що відповідає кількості антитіл IgG до S-білка коронавірусу SARS-CoV-2 [11].

Як вказують дослідники, кількісна методика визначення антитіл до spike-білка SARS-CoV-2 дає змогу оцінити напруженість імунітету після перенесеного захворювання чи проведення вакцинації. Специфічність – 100 % (дослідження сироваток до пандемії). Чутливість – 100 % (дослідження сироваток реконвалесцентів, отриманих через 2–10 місяців після захворювання). Єдине обмеження цього тесту – це час, не менший від 3 тижнів, який потрібен для утворення антитіл класу IgG чи то після хвороби, чи після введення вакцини. Використовуючи комп'ютерне моделювання можна спрогнозувати можливість зараження вірусом, проти якого ще не має імунного захисту, хоч можливий і інший варіант перенесення хвороби, враховуючи досвід захворювань іншими вірусами з високою летальністю.

Новим викликом всесвітньої пандемії 2020, що змусило реагувати ВООЗ та уряди країн вже у 2021 році, стали численні людські втрати через летальні випадки та поява побічних симптомів і хронічних ускладнень серед населення. Один зі штамів коронавірусу викликає спотворення смаку, викривлення запаху та втрату нюху – як ознака легкої форми COVID-19. Важкі форми COVID-19 наносять найбільшу шкоду легеням, імунній системі та посилюють хронічні захворювання. Long-covid – довготривалий постковідний синдром зі всіма побічними ознаками, характерними для кожного агресивного штаму (хвилеподібна загальна слабкість, сонливість з безсонням, набряки та м'язові болі, порушення роботи шлунково-кишкового тракту та лімфо-рідинні набряки, випадіння та відновлення волосся, порушений обмін речовин, змінений нюх та смакові відчуття, погіршення зору, складність при запам'ятовуванні, алергізація організму тощо.

Ускладненнями COVID-19 були дихальна та серцева недостатність, гострий респіраторний

дистрес-синдром (ARDS), сепсис та септичний шок. У публікаціях описана повна картина прогресування коронавірусної хвороби COVID-19: середня тривалість лихоманки – 12 днів; середня тривалість задишки – 13 днів (у разі летального результату до самої смерті); часто – довготривалий кашель; сепсис – у середньому на 9-й день; ARDS – на 10-й день (нелетальні випадки); ARDS – на 12-й день (летальні випадки). Також для летальних випадків встановлені такі характерні проблеми як гостра серцева недостатність і гостре ураження нирок (у середньому, на 15-й день), вторинна інфекція (у середньому, на 17-й день). Найпоширенішими симптомами пацієнтів були лихоманка, кашель з подальшим виділенням мокротиння, втома, спостерігались також міалгія, діарея, нудота, блювота [12].

На основі 55924 лабораторно підтверджених випадків у звіті ВООЗ наведено типові симптоми COVID-19 (рис.1) [13].

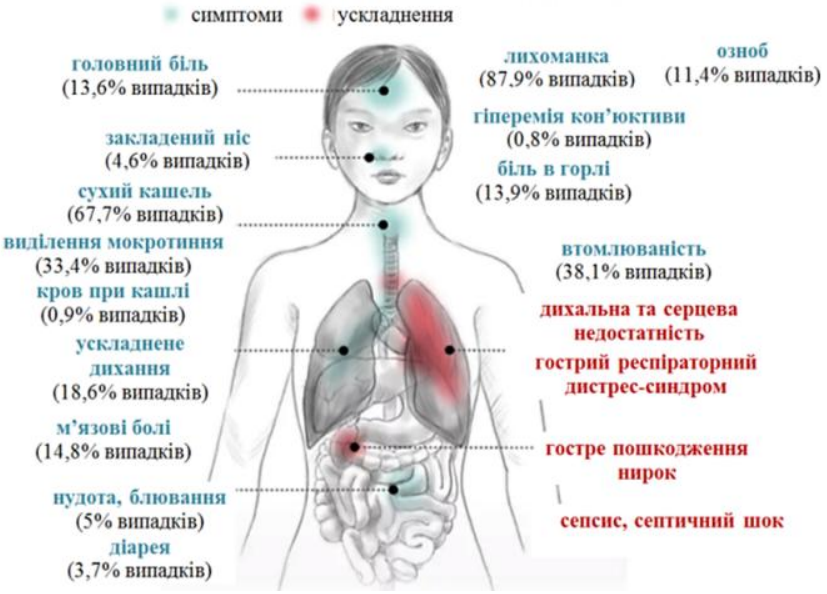

Рис. 1. Типові симптоми коронавірусної хвороби

Про те, що COVID-19 є тривалим захворюванням доповіла на брифінгу МОЗУ завідувачка кафедри інфекційних хвороб Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця Ольга Голубовська. Пацієнти, які перехворіли на COVID-19, до місяця можуть перебувати на лікарняному. Вірусолог вказала, що пандемія по-іншому впливає на медичну систему країни, це захворювання – не грип і має нові наслідки для хворого, протікаючи у три фази розвитку коронавірусної інфекції:

– перший етап – триває перший тиждень захворювання, коли хворі почуваються в основному практично здоровими і приблизно 80 % хворих одужують на першій стадії захворювання (пацієнтам слід консультуватися у лікаря, пити вітаміни, не приймати антибактеріальні і гормональні препарати);

– другий етап – триває до трьох тижнів з ураженням органів і систем організму, почуваються дуже ослабленими приблизно від 10 до 30 % хворих (лікування пацієнтів спрямоване на стримування «шторму» імунної системи із застосуванням усіх методів лікування);

– третій етап – «постковідний синдром» триває до місяця і довше (пацієнтам потрібно перебувати під наглядом на лікарняному після одужання).

Біотехнологія розроблення вакцин та ефективних лікарських препаратів є предметом вивчення студентів як фармацевтів, так і біотехнологів.

Здебільшого противірусні препарати за своїм хімічним складом є складними. Побічними ефектами цих препаратів є ураження печінки, кісткового мозку, пригнічення імунної системи. Власне, пошук противірусних препаратів, які б не мали побічної дії на організм, вивчення їх біологічної та фізіологічної дії, а також розроблення їх технології є завданням низки дисциплін

студентів фармацевтів, а саме «Хімія і технологія лікарських субстанцій», «Основи тонкого органічного синтезу», «Технологія біологічно активних речовин, біомедполімерів і наноструктур».

За досить короткий термін фахівцям у галузі промислової біотехнології вдалося отримати низку вакцин різного механізму дії та ефективного захисту організму від проникнення та інфікування вірусом (рис. 2).

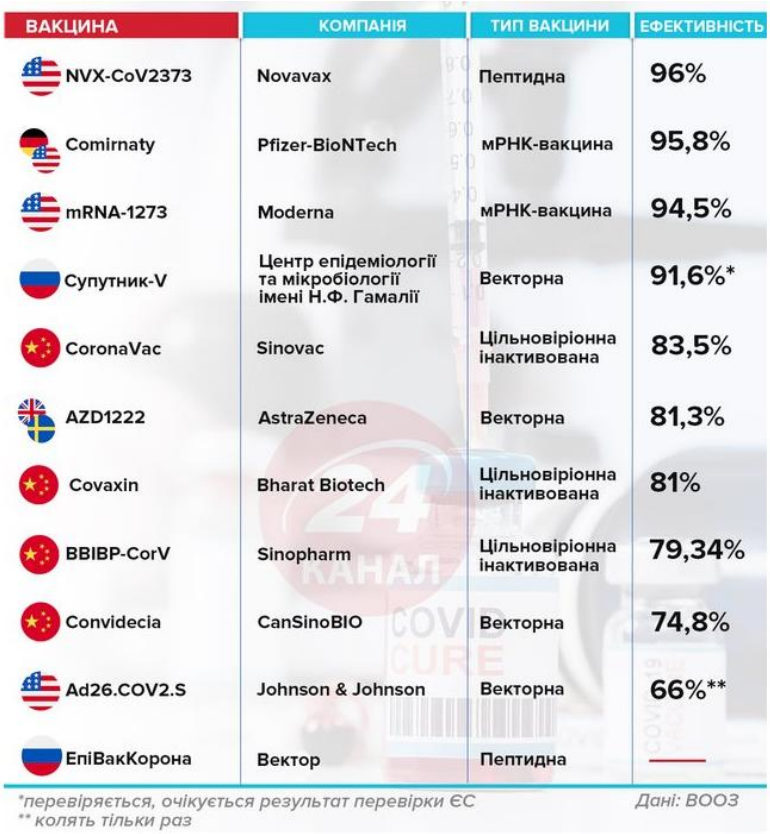

Рис. 2. Вакцини від коронавірусної хвороби

Україна закупила вакцини для проходження повного курсу вакцинації від COVID-19, схвалені ВООЗ для екстреного використання.

Як найбільший закупівельник вакцин у світі та головний партнер із закупівель Глобального альянсу з вакцин (GAVI), ЮНІСЕФ має унікальний і давній досвід у сфері закупівель, перевезення, логістики та зберігання (щорічно закуповує понад 2 млрд доз вакцин для планової імунізації та реагування на спалахи інфекцій). ЮНІСЕФ разом з GAVI, ВООЗ та CEPI (Коаліція з питань інновацій для готовності до епідемій) взаємодіє з виробниками та партнерами щодо закупівель вакцин COVID-19 у співпраці з РАНО (Оборотним фондом Панамериканської організації охорони здоров'я) для країн, де проживає понад 80 % населення світу [14].

Поки до переліку препаратів, дозволених ВООЗ для використання в надзвичайних ситуаціях, належать такі вакцини [15]:

– Comirnaty (BNT162b2) виробництва Pfizer-BioNTech, зареєстрована в Україні під назвою «Комірнаті»;

– AstraZeneca/Oxford (AZD1222), зареєстрована в Україні під назвою «Астразенека»;

– Covishield (ChAdOx1_nCoV-19) виробництва Serum Institute of India, зареєстрована в Україні під назвою «Ковішилд»;

– CoronaVac виробництва SinovacBiotech, зареєстрована в Україні під назвою «Коронавак»;

– Janssen, або Johnson&Johnson, (Ad26.COV2.S, JNJ-78436735);

– mRNA-1273 виробництва Moderna;

– BBIBP-CorV виробництва Sinopharm.

Висновки

Впровадження та поглиблення знань щодо принципів біобезпеки і біозахисту, управління біоризиками та небезпеки подвійного використання результатів експериментальних досліджень, впроваджень засобів біозахисту та лікарських препаратів, принципу пересторогиторкається практично усіх дисциплін освітніх програм спеціальностей «Біотехнології та біоінженерія» та «Фармація, промислова фармація». Якщо студенти використовуватимуть на практиці отримані знання з біобезпечних технологій, це однозначно сприятиме формуванню досвіду протидії викликам вірусної інфекції на прикладі захворювання COVID-19.

References

1. Nakaz Ministerstva osvity i nauky № 406 vid 16.03.2020 “Pro orhanizatsiini zakhody shchodo zapobihannia poshyrenniu koronavirusu COVID-19” https://osvita.ua/legislation/other/71755/

2. Pro zatverdzhennia protyepidemichnykh zakhodiv u navchalnykh zakladakh na period karantynu u zviazku z poshyrenniam koronavirusnoi khvoroby (COVID-19). Postanova MOZ № 50 vid 22.08.2020 http://osvita.ua/legislation/other/76059/

3. Thirumalaisamy P. Velavan, Christian G. Meyer. **The COVID□19 epidemic** // Tropical Medicine and International ealth. 2020. V. 25(3). P. 278–280. doi: 10.1111/tmi.13383

4. Prozorro (2021) https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2021-04-29-001526-a

5. Shved O. V., Petrina R. O., Hubytska I. I., Bolobruch L. D., Skorokhoda V. Yu., Novikov V. P. (2020). Hotovnist do vyklykiv virusnoi infektsii ta zastosuvannia studentamy znan biobezpechnykh tekhnolohii. Khimiia, tekhnolohiia ta zastosuvannia rechovyn, 3 (1), 95–109. doi: 10.23939/ctas2020.01.095

6. Marik P. (2021). COVID 19: A Clinical Update. http://surl.li/ypfe

7. Challen R., Brooks-Pollock E. Read J. M., Dyson L., Tsaneva-Atanasova K., Danon L. (2021). Risk of mortality in patients infected with SARS-CoV-2 variant of concern 202012/1: matched cohort study. BMJ, 372, 579. doi:10.1136/bmj.n579

8. (2021). In the UK, cases of the Covid variant identified in India double in one week.

https://www.cnbc.com/2021/05/28/uk-cases-of-covid-variant-identified-in-india-double-in-one-week.html

9. Ukrinform (2021). Ukrainski vcheni rozpovily pro nebezpeku mutatsii u "brytanskomu" shtami. https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3212716-ukrainski-vceni-rozpovili-pro-nebezpeku-mutacij-britanskogo-stamu.html

10. Prymamed (2021). Otsiny svii imunitet do COVID-19. https://primamed.if.ua/otsiny-svii-imunitet-do-covid-19/

11. Synevo (2021). Testy na COVID-19 u Synevo. https://covid19.synevo.ua

12. Clinical care for severe acute respiratory infection. Tools. Adapted to COVID-19. Copenhagen: World Health Organization, Regional European Office; 2020 (WHO/2019- nCoV/SARI_toolkit/2020.1). CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

13. Kolisnyk Yu. (2020). Koronavirus SARSCoV-2: test na tsyvilnu vidpovidalnist. https://man.rv.ua/news/koronavirus-sarscov-2-test-hromadians-koi-vidpovidal-nosti.html

14. YuNISEF (2021). YuNISEF postavliaie v Ukrainu novu partiiu vaktsyny Pfizer: 473 850 doz pid COVAX. https://www.unicef.org/ukraine/press-releases/unicef-shipping-another-473850-doses-pfizer-vaccine-ukraine-within-covax

15. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy (2021 r.). Pravo na vizd v Ukrainu daie povnyi kurs shcheplennia proty COVID-19 tilky skhvalenoiu VOOZ vaktsynoiu. https://bit.ly/3cKSqFK

O. V. Shved, I. I. Hubytska, Z. V. Hubrii, L. D. Bolibrukh, V. Yo. Skorokhoda
Lviv Polytechnic National University,
Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology
olha.v.shved@lpnu.ua

FORMATION OF EXPERIENCE AGAINST THE CHALLENGES OF VIRAL INFECTION THROUGH THE USE OF STUDENTS KNOWLEDGE OF BIOSAFY TECHNOLOGIES, part 1

New challenges and the state of development of COVID-19 in connection with the spread of new strains of SARS-CoV-2 have been analyzed. Experience and knowledge in working with new means of protection of different types of vaccines are studied: both classic, based on inactivated virus or its fragment, and the new generation – with vector and genetic mRNA vaccines, as well as effective antiviral drugs. Biorisks and compliance with biosafety principles have been studied. The replenishment of the base of competencies for biotechnologists and pharmacists in the context of distance learning and response to the pandemic is considered. The new data were used to introduce and deepen knowledge about the new generation of vaccines and the dangers of dual use of experimental data in the development of new components of educational programs in «Biotechnology and Bioengineering» and «Pharmacy, Industrial Pharmacy».

Key words: COVID-19, antiviral drugs, vaccines, mutated coronavirus strains, sequencing, biotechnology, pharmacy, biosafety.