

**ХИМИЯ, БИОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ, БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ
METHODS OF TEACHING CHEMISTRY, BIOLOGY, GEOGRAPHY AND ECOLOGY**

FTAMP 14.35.09

<https://doi.org/10.51889/3005-6217.2026.89.3.001>

А.Е. Джалдыбаева*, Т.М. Секерова , Р.Ж. Джунусова , А.М. Дигарбаева 

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: Dzhaldybaeva@mail.ru

**БИОЛОГИЯЛЫҚ ПРЕПАРАТТАРДЫ ӨНДІРУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ
МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГ НӘТИЖЕЛЕРІН ОҚУ ҮДЕРІСІНДЕ
ПАЙДАЛАНУ**

Аңдапта

Биологиялық препараттарды өндіру барысында микробиологиялық бақылау өнім сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ететін маңызды шаралардың бірі болып саналады. Оның көмегімен өндірістің санитариялық жағдайы бағаланып, дайындалатын өнімнің бөгде микроорганизмдермен ластану қаупі анықталады. Сонымен қатар мұндай бақылау фармацевтикалық және биологиялық препараттарды дайындаудың әр кезеңінде микробиологиялық қауіпсіздікті қадағалауға мүмкіндік береді. Зерттеу аясында биологиялық препараттарды өндіру үдерісінің әртүрлі сатыларында жүргізілген микробиологиялық мониторинг нәтижелері қарастырылды. Бақылау кезінде өндірістік бөлме ауасынан, жұмыс беттерінен және қызметкерлерден алынған сынамалар зерттеліп, олардағы микроорганизмдердің сандық көрсеткіштері мен сапалық құрамы анықталды. Зерттеу барысында микроорганизмдердің морфологиялық және культуралық ерекшеліктеріне талдау жүргізіліп, бірнеше типтік микробтық популяциялар анықталды. Зерттелген үлгілерде грампон кокктардың, бациллалардың және зен саңырауқұлақтарының басым кездесетіні байқалды. Алынған мәліметтер зертханалық ортадағы микробиологиялық тазалықтың деңгейін бағалауға, сондай-ақ биологиялық препараттарды өндірудің әр кезеңінде санитариялық-гигиеналық талаптардың орындалуын жүйелі түрде бақылауға негіз болады.

Сонымен қатар, биологиялық препараттарды өндіру саласында қолданылатын микробиологиялық бақылау әдістерін оқу үдерісіне енгізу студенттердің теориялық білімін зертханалық тәжірибемен байланыстыруға жағдай жасайды. Мұндай тәсіл білім алушыларға микробиологиялық мониторинг нәтижелерін талдау мен интерпретациялау дағдыларын меңгеруге және зерттеушілік құзыреттерін дамытуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: микробиологиялық мониторинг, биологиялық препараттар, микробтық контаминация, бактериялар, саңырауқұлақтар, зертханалық зерттеу, өндірістік орта, санитариялық бақылау, микробиологиялық қауіпсіздік, оқу үдерісі.

Джалдыбаева А.Е. , Секерова Т.М. , Джунусова Р.Ж. , Дигарбаева А.М. 
Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан
*e-mail: Dzhaldybaeva@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация

Микробиологический контроль в процессе производства биологических препаратов считается одним из важных направлений обеспечения качества и безопасности продукции. С его помощью оценивается санитарное состояние производственных помещений и определяется риск загрязнения выпускаемой продукции посторонними микроорганизмами. Кроме того, такой контроль позволяет контролировать микробиологическую безопасность на каждом этапе изготовления фармацевтических и биологических препаратов.

В ходе исследования были сопоставлены результаты микробиологического мониторинга, проведенного на производственных участках процесса производства биологических препаратов. В ходе контроля были исследованы пробы, отобранные из воздуха производственных помещений, с рабочих поверхностей и у сотрудников, определены количественные показатели и качественный состав содержащихся в них микроорганизмов. В процессе исследования был проведен анализ морфологических и культуральных особенностей микроорганизмов и определено несколько типичных микробных популяций. Результаты исследования показали преобладающее присутствие грамотрицательных бактерий, бацилл и плесневых грибов. Полученные данные служат основой для оценки уровня микробиологической чистоты лабораторной среды, а также систематического контроля соблюдения санитарно-гигиенических требований на каждом этапе производства биологических препаратов. Кроме того, внедрение методов микробиологического контроля, применяемых в области производства биологических препаратов, в учебный процесс создает условия для сочетания теоретических знаний студентов с лабораторным опытом. Такой подход позволяет обучающимся овладеть навыками анализа и интерпретации результатов микробиологического мониторинга и развивать исследовательские компетенции.

Ключевые слова: микробиологический мониторинг, биологические препараты, микробная контаминация, бактерии, грибы, лабораторное исследование, производственная среда, санитарный контроль, микробиологическая безопасность, учебный процесс

A.Dzhaldybaeva , T.Sekerova , R.Junussova , A.Digarbaeva 
Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan
*e-mail: Dzhaldybaeva@mail.ru

USE OF MICROBIOLOGICAL MONITORING RESULTS FROM BIOLOGICAL PRODUCT MANUFACTURING CONDITIONS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract

Microbiological control during the production of biological preparations is considered one of the important areas for ensuring product quality and safety. It is used to assess the sanitary condition of production facilities and to determine the risk of contamination of the manufactured product by foreign microorganisms. In addition, such control makes it possible to monitor microbiological safety at each stage of the production of pharmaceutical and biological preparations.

During the study, the results of microbiological monitoring conducted at the production sites involved in the manufacture of biological preparations were compared. During the monitoring process, samples taken from the air of production rooms, work surfaces, and employees were

examined, and the quantitative indicators and qualitative composition of the microorganisms present in them were determined. During the study, the morphological and cultural characteristics of microorganisms were analyzed, and several typical microbial populations were identified. The results of the study showed the predominant presence of Gram-negative bacteria, bacilli, and molds. The obtained data provide a basis for assessing the level of microbiological cleanliness of the laboratory environment, as well as for systematic monitoring of compliance with sanitary and hygienic requirements at each stage of the production of biological preparations.

In addition, the introduction of microbiological control methods used in the production of biological preparations into the educational process creates conditions for combining students' theoretical knowledge with laboratory experience. This approach enables students to acquire skills in analyzing and interpreting microbiological monitoring results and to develop research competencies.

Keywords: microbiological monitoring, biological preparations, microbial contamination, bacteria, fungi, laboratory research, production environment, sanitary control, microbiological safety, educational process.

Кіріспе. Қазіргі жоғары білім беру жүйесінде студенттің теориялық білімді меңгеруімен қатар, сол білімді нақты зертханалық жағдайда қолдана білуі маңызды. Әсіресе биология, микробиология, вирусология және биологиялық қауіпсіздік салаларында маман даярлау кезінде студент зерттеу нәтижесін жай қабылдап қана қоймай, оның қалай алынғанын, қандай факторларға тәуелді екенін және тәжірибелік тұрғыдан нені білдіретінін түсіне білуі қажет. Сондықтан оқу барысында асептика ережелері, микробиологиялық бақылау, зертханалық қауіпсіздік және алынған мәліметтерді ғылыми тұрғыдан талдау сияқты мәселелерді нақты тәжірибелік материалдар негізінде қарастыру кәсіби даярлықтың маңызды бөлігі болып саналады [1,2].

Биологиялық препараттар өндірісінде жүргізілетін микробиологиялық мониторинг осы тұрғыдан студенттер үшін құнды тәжірибелік материал бола алады. Өндірістік ортадан алынған нақты мәліметтерді талдау барысында білім алушы зертханалық тазалықтың қалай бақыланатынын, микробтық ластанудың қандай жолдармен пайда болуы мүмкін екенін және оның алдын алу үшін қандай талаптар сақталатынын нақты мысалдар арқылы түсінеді. GMP және GLP қағидаларын, HEPA-сүзгілердің қызметін, зертхана ауасының микробиологиялық жағдайын, сондай-ақ пассивті және белсенді бақылау әдістерін осындай деректермен байланыстыра қарастыру олардың тәжірибелік мәнін тереңірек ашуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде студент санитариялық-гигиеналық талаптарды тек ережелер жиынтығы ретінде емес, зертханалық және өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ететін өзара байланысты шаралар жүйесі ретінде қабылдайды.

Зерттеудің педагогикалық мәні өндірістік жағдайда жинақталған микробиологиялық мониторинг нәтижелерін жоғары оқу орнындағы оқу жұмысына бейімдеп пайдаланумен байланысты. Нақты зерттеу материалдары практикалық және зертханалық сабақтарда талдау нысанына айналып, студенттерге көрсеткіштерді салыстыруға, олардың арасындағы байланысты анықтауға және алынған мәліметтер негізінде ғылыми қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Мұнда бастапқы тәжірибелік нәтижелердің мазмұны өзгертілмейді. Керісінше, олар нақты жағдайды сипаттайтын оқу материалы, жағдаяттық тапсырма және ғылыми деректермен жұмыс істеу үлгісі ретінде қолданылады. Осындай жұмыс студенттің кәсіби білімін тереңдетумен қатар, зерттеу нәтижесіне сыни көзқараспен қарап, өз тұжырымын деректер арқылы негіздеу қабілетін қалыптастыруға бағытталған [3].

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмысының тәжірибелік бөлімі биологиялық препараттарды дайындау барысында жүргізілген микробиологиялық бақылаулардан алынған нақты деректерге негізделді. Жинақталған тәжірибелік материалдар оқу үдерісіне бейімделіп, студенттердің сынама алу тәртібін, қоректік орталарды дұрыс дайындауды, микроорганизмдерді өсіру жағдайларын және колониялардың өсу ерекшеліктерін тәжірибе арқылы түсінуіне бағытталды. Осыған байланысты зерттеу барысында пайдаланылған әдістер мен алынған

нәтижелер студенттердің практикалық дағдыларын қалыптастыруға арналған оқу материалы ретінде қарастырылды [4].

Микробиологиялық зерттеулерді ұйымдастыру кезінде контаминация ықтималдығы жоғары болатын негізгі бақылау нүктелеріне ерекше назар аударылды. Биологиялық препараттарды дайындаудың технологиялық кезеңдерінде қолданылатын биологиялық қауіпсіздік шкафтары (БҚШ), жұмыс бокстары, бокс алдындағы аумақтар және ламинарлық ауа ағыны қамтамасыз етілген жұмыс орындары зерттеу нысандары ретінде таңдалды.

Ауа құрамындағы және жұмыс беттеріндегі микроорганизмдердің болуы белгіленген әдістер арқылы бағаланды. Сонымен қатар зертханалық үстелдерден, қолданылатын жабдықтар мен құрал-саймандардың беттерінен стерильді тампон көмегімен сынамалар алынды [5,6]. Персоналдың микробиологиялық тазалығын анықтау мақсатында қызметкерлердің қол саусақтарынан бес саусақтық таңба әдісі арқылы қатты қоректік ортаға материал түсірілді. Жиналған барлық сынамалар кейінгі микробиологиялық талдауға жіберілді, ал тәжірибенің негізгі бақылау кезеңдері төмендегідей ұйымдастырылды:

- Ауа сынамаларын зерттеу. Зерттеу аймағындағы ауа микрофлорасының деңгейін анықтау үшін пассивті седиментациялық тәсіл пайдаланылды. Петри табақшаларына ет-пептонды агар (ЕПА) және Сабуρο қоректік орталары құйылып, олар алдын ала белгіленген бақылау нүктелеріне орналастырылды. Қоректік орталардың қоршаған ортамен жанасу уақыты 4 сағат көлемінде сақталды [7].

- Жұмыс беттерінен сынама алу. Зертханалық үстелдер, құрал-жабдықтар және жұмыс барысында жанасатын басқа да беттер алдын ала 1% перекись ерітіндісімен өңделіп, кейін стерильді тампон арқылы сынамалар жиналды. Тампондау белгіленген аймақтың барлық бөлігін қамтитындай жүргізіліп, сынама алу кезінде бірізділік пен асептикалық талаптардың сақталуына көңіл бөлінді. Алынған материалдар ЕПА және Сабуρο қоректік орталарына себіліп, әрі қарай өсіруге жіберілді [8].

- Инкубация кезеңі. ЕПА ортасына егілген сынамалар бактериялық колониялардың қалыптасуына қолайлы жағдай жасау үшін ($37\pm 0,5$) °C температурада 48 сағат бойы инкубацияланды. Ал Сабуро ортасындағы дақылдар саңырауқұлақ микрофлорасының өсу ерекшеліктерін ескере отырып, ($28\pm 2,0$) °C температурада 72 сағат көлемінде ұсталды [9].

- Микробиологиялық көрсеткіштерді бағалау. Инкубациялық кезең аяқталған соң қоректік орталарда пайда болған колониялар сандық және морфологиялық тұрғыдан зерттелді. Колониялардың жалпы мөлшері есептеліп, олардың сыртқы белгілеріне салыстырмалы сипаттама берілді.

Бактериялық дақылдарды бастапқы деңгейде ажырату үшін Грам бойынша бояу әдісі қолданылды. ЕПА және Сабуро орталарында қалыптасқан колонияларды салыстыра талдау арқылы зерттелген нысандардың микробиологиялық жағдайына баға берілді:

1. Зерттеу нәтижелері және оларды талдау.

Ауа ортасының микробиологиялық жағдайын зерттеу. Зертханалық бөлмелердегі ауаның микробтық тазалығын анықтау үшін микроорганизмдердің қоректік орта бетіне табиғи шөгуіне негізделген пассивті седиментациялық тәсіл пайдаланылды. Зерттеу кезінде ЕПА және Сабуро қоректік орталары құйылған Петри табақшалары бөлме ауасына ашық күйде қойылып, экспозиция ұзақтығы 4 сағатты құрады.

2. Жұмыс беттеріндегі микробтық ластануды анықтау.

Зертханалық құралдар, жабдықтар және жұмыс аймақтарының санитариялық жағдайын бағалау мақсатында олардың бетінен стерильді тампон арқылы шайынды үлгілері жиналды. Сынама алу кезінде тампондар 1% пептон ерітіндісімен алдын ала ылғалдандырылды. Жиналған материал тасымалдауға арналған арнайы ортаға енгізіліп, екі сағаттан кешіктірілмей микробиологиялық зертханаға жеткізілді. Зертханада сынамалар ЕПА және Сабуро қоректік орталарына себіліп, кейінгі микробиологиялық зерттеуге дайындалды.

3. Себінділерді инкубациялау жағдайлары.

Микроорганизмдердің әртүрлі топтарының өсу ерекшеліктерін ескере отырып, себілген қоректік орталар үшін жеке температуралық және уақыттық режимдер белгіленді. ЕПА ортасындағы үлгілер ($37 \pm 0,5$) °C жағдайында 48 сағат бойы өсірілсе, Сабуро агарына енгізілген материалдар ($28 \pm 2,0$) °C температурада 72 сағат инкубацияланды [10].

4. Өскен микроорганизмдерді бағалау және сәйкестендіру.

Инкубациялық кезең аяқталғаннан кейін қоректік орталарда қалыптасқан колонияларға сандық және сапалық талдау жүргізілді. Алдымен олардың саны есептеліп, нәтижелер зерттеу хаттамасына тіркелді. Бөлініп алынған микроорганизмдерді бастапқы деңгейде ажырату үшін жағындылар дайындалып, Грам әдісі бойынша боялды. Сонымен қатар ЕПА және Сабуро орталарында өскен колониялардың сыртқы белгілері мен құрылымдық ерекшеліктері зерттелді.

5. Алынған деректерді өңдеу және бағалау.

Микробиологиялық зерттеу нәтижесінде анықталған көрсеткіштер зертханалық ортаның микробтармен ластану деңгейін сипаттайтын деректер ретінде қарастырылды. Жиналған мәліметтерді талдау арқылы биологиялық препараттар өндірілетін жағдайдағы микробиологиялық мониторингтің тиімділігі бағаланды.

Микробиологиялық нәтижелер GMP EU құжаттарында ұсынылған микробтық контаминацияның шекті деңгейлерімен салыстырылды (кесте 1).

Кесте 1– Микробиологиялық ластанудың ұсынылатын шекті көрсеткіштері

ЕО GMP талаптары бойынша тазалық класы	Ауа сынамасы, КТБ/м³	Седиментациялық әдіс (d = 90 мм), КТБ/4 сағ	Жанаспалы пластина (d = 55 мм), КТБ/пластина	Қолғаптағы бес саусақ таңбасы, КТБ/қолғап
A	<1	<1	<1	<1
B	10	5	5	5
C	100	50	25	–
D	200	100	50	–

Үш қайталымда алынған сынамалар зертханалық аймақтардың микробиологиялық жағдайын салыстыруға мүмкіндік берді. Ауа сынамалары бойынша биологиялық қауіпсіздік шкафында және құю желісінде колониялардың анықталмауы аталған аймақтардың А тазалық класына сәйкес келетінін көрсетті. Зертханалық бокстар мен бокс алдындағы бөлмелерде жекелеген колониялардың өсуі байқалғанымен, олардың саны тиісті шекті көрсеткіштерден аспады.

Нәтижелер. Жұмыс беттері мен құрал-жабдықтардан алынған шайындыларды зерттеу кезінде биологиялық қауіпсіздік шкафы мен құю желісінде микроорганизмдердің өсуі тіркелмеді. Бокстарда, бокс алдындағы бөлмелерде және киім ауыстыратын аймақтарда бактериялық және саңырауқұлақтық колониялар анықталды. Бұл нәтижелер микробтық жүктеменің бөлменің функционалдық мақсатына, персонал қозғалысына және орындалатын операциялардың сипатына тәуелді екенін көрсетеді [11].

Персонал қолғабынан алынған бес саусақ таңбалары бойынша да таза аймақтарда колониялардың болмауы тіркелді. Ал зертханалық бокс пен бокс алдындағы аймақта жекелеген бактериялық және саңырауқұлақтық колониялардың өсуі байқалды. Сондықтан персонал гигиенасы, қолғапты уақтылы ауыстыру және асептикалық жұмыс техникасын сақтау мониторинг жүйесінің ажырамас бөлігі болып табылады.

Кесте 2 – Ауа сынамаларын седиментациялық әдіспен зерттеу нәтижелері

Биологиялық препараттарды дайындау кезеңдері	Биологиялық қауіпсіздік шкафы (БҚШ), А класы	Құю желісі, А класы	Зертханалық бокс, В класы	Бокс алдындағы бөлме, С класы	Киім ауыстыратын бөлме, С класы
Жасуша дақылын өсіру	2/0; 2/0; 2/0	–	13/3; 13/2; 13/4	6/25; 6/35; 9/3	–
Вирусты өсіру	2/0; 2/0; 2/0	–	13/5; 13/3; 13/4	9/35; 10/31; 10/24	–
Вирустық суспензияны белсенділігін жою (инактивациялау)	2/0; 2/0; 2/0	–	11/5; 13/4; 8/3	10/28; 9/25; 8/28	–
Тазарту және қоюландыру	2/0; 2/0; 2/0	–	13/3; 13/4; 13/5	10/37; 10/36; 10/35	–
Балк-өнімді дайындау	2/0; 2/0; 2/0	–	13/4; 13/5; 13/3	10/24; 10/25; 10/28	–
Балк-өнімді құю	2/0; 2/0; 2/0	21/0; 21/0; 21/0	–	–	10/28; 10/24; 10/25

Ескерту: X/Y белгілеуінде X – алынған сынамалар саны, Y – өсіп шыққан колониялар саны; «–» – тиісті зертханалық аймақтың жоқ екенін білдіреді.

Кесте 3 – Жұмыс беттері мен құрал-жабдықтардан алынған шайынды сынамаларының нәтижелері

Биологиялық препараттарды дайындау кезеңдері	Биологиялық қауіпсіздік шкафы (БҚШ), А класы	Құю желісі, А класы	Зертханалық бокс, В класы	Бокс алдындағы бөлме, С класы	Киім ауыстыратын бөлме, С класы
Жасуша дақылын өсіру	4/0; 4/0; 4/0	–	21/5; 19/3; 21/4	9/7; 9/10; 11/12	–
Вирусты өсіру	4/0; 6/0; 4/0	–	13/3; 21/2; 19/3	11/8; 10/–; 10/22	–
Вирустық суспензияны белсенділігін жою (инактивациялау)	4/0; 6/0; 6/0	–	15/4; 19/3; 19/4	6/9; 10/21; 10/25	–
Тазарту және қоюландыру	4/0; 6/0; 6/0	–	19/4; 21/3; 19/3	6/10; 10/25; 10/32	–
Балк-өнімді дайындау	4/0; 6/0; 6/0	–	19/3; 21/3; 21/4	10/15; 10/25; 10/32	–
Балк-өнімді құю	4/0; 6/0; 6/0	21/0; 21/0; 21/0	–	–	6/10; 6/12; 6/29

Ескерту: X/Y белгілеуінде X – алынған сынамалар саны, Y – өсіп шыққан колониялар саны; «–» – тиісті зертханалық аймақтың жоқ екенін білдіреді.

Кесте 4 - Персонал қолғабынан алынған бес саусақ таңбаларының нәтижелері

Биологиялық препараттарды дайындау кезеңдері	Биологиялық қауіпсіздік шкафы (БҚШ), А класы	Құю желісі, А класы	Зертханалық бокс, В класы	Бокс алдындағы бөлме, С класы
Жасуша дақылын өсіру	2/0; 2/0; 2/0	—	4/2; 4/2; 4/0	2/9; 2/12; 2/3
Вирусты өсіру	2/0; 2/0; 2/0	—	4/4; 4/3; 4/2	2/5; 2/22; 2/15
Вирустық суспензияны белсенділігін жою (инактивациялау)	2/0; 2/0; 2/0	—	4/3; 4/2; 4/2	2/10; 2/22; 2/15
Тазарту және қоюландыру	2/0; 2/0; 2/0	—	4/4; 6/5; 4/3	2/20; 2/2; 2/18
Балк-өнімді дайындау	2/0; 2/0; 2/0	—	4/2; 4/3; 4/0	2/5; 2/26; 2/10
Балк-өнімді құю	2/0; 2/0; 2/0	6/0; 6/0; 6/0	—	—

Ескерту: X/Y белгілеуінде X – алынған сынамалар саны, Y – өсіп шыққан колониялар саны; «—» – тиісті зертханалық аймақтың жоқ екенін білдіреді.

Зерттеу нәтижелерін педагогикалық тұрғыдан пайдалану студенттердің теориялық білімді нақты деректермен байланыстыруына жағдай жасайды. Ауа, жұмыс беттері және персонал қолғабынан алынған сынамаларды салыстыру арқылы студенттер зертханалық аймақтардың тазалық кластары, контаминация қауіпі, асептика және санитариялық режим арасындағы байланысты талдай алады. Кестелердегі бастапқы көрсеткіштерді өзгертпей қолдану деректерді оқу, салыстыру, қорытынды жасау және дәлелді шешім ұсыну дағдыларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Талқылаулар. Практикалық сабақта студенттерге бақылау нүктелерін анықтау, микробтық жүктеменің ықтимал себептерін түсіндіру, GMP талаптарымен салыстыру және алдын алу шараларын ұсыну тапсырмалары берілуі мүмкін. Мұндай тәсіл зертханалық қауіпсіздік мәдениетін, зерттеушілік ойлауды және кәсіби жауапкершілікті дамытуға бағытталған.

Оқу үдерісінде микробиологиялық мониторинг деректерін қолданудың әдістемелік негіздері. Нақты зертханалық деректерді білім беру мазмұнына енгізу студенттің тек дайын ақпаратты есте сақтауына емес, зерттеу логикасын кезең-кезеңімен түсінуіне мүмкіндік береді. Практикалық сабақ барысында оқытушы мониторингтің мақсатын, бақылау нүктелерін таңдау қағидаларын және әрбір сынама түрінің ақпараттық маңызын түсіндіреді. Студенттер ауа, жұмыс беттері және персонал қолғабынан алынған нәтижелерді жеке талдап, кейін оларды өзара салыстырады. Осы жұмыс арқылы «контаминация көзі», «тазалық класы», «асептика», «қоректік орта», «инкубациялау режимі» сияқты ұғымдар нақты деректермен бекітіледі. Мұндай тәсіл микробиология мен биологиялық қауіпсіздік пәндерінің теориялық бөлімдерін зертханалық тәжірибемен байланыстырады.

Сабақтың келесі кезеңінде студенттер шағын топтарға бөлініп, әр топқа мониторингтің бір бағыты бойынша тапсырма берілуі мүмкін. Бірінші топ ауа сынамаларын, екінші топ жұмыс беттерінен алынған шайындыларды, үшінші топ персонал қолғабынан алынған таңбаларды талдайды. Топ мүшелері көрсеткіштерді кестеден оқып, қай бақылау нүктесінде микробтық өсу байқалғанын анықтайды, ықтимал себептерін түсіндіреді және алдын алу шараларын ұсынады. Топтық талқылаудан кейін нәтижелер ортақ аудиторияда салыстырылып, оқытушы ғылыми терминдердің дұрыс қолданылуына және қорытындының нақты дерекке негізделуіне назар аударады. Бұл тапсырма студенттердің коммуникативтік дағдыларын, дәлелді пікір айту қабілетін және кәсіби терминологияны қолдануын жетілдіреді.

Мониторинг нәтижелерін оқу кейсі ретінде қолдану зерттеушілік құзыреттілікті қалыптастыруға да қолайлы [12]. Студент тек колония санын есептеумен шектелмей, сынама алу

жағдайының нәтижеге әсерін, қоректік ортаның таңдалу себебін, температура мен инкубация ұзақтығының микроорганизмдердің өсуіне ықпалын түсіндіреді. Сонымен бірге жалған он немесе жалған теріс нәтижелерге әкелуі мүмкін факторларды талқылауға болады. Мысалы, сынама алу техникасының бұзылуы, Петри табақшасының қажет уақыттан ұзақ ашық қалуы, тампонды дұрыс қолданбау немесе материалды зертханаға кеш жеткізу нәтижелердің сенімділігіне әсер етуі ықтимал. Осындай проблемалық сұрақтар студенттерді зертханалық хаттаманы механикалық орындаудан гөрі әр әрекеттің ғылыми негізін түсінуге бағыттайды.

Білім алушылардың жетістігін бағалау үшін бірнеше өлшемді қолдануға болады: әдістемені дұрыс түсіндіру, кестелік деректерді дәл оқу, нәтижелерді нормативтік талаптармен салыстыру, ықтимал контаминация көздерін негіздеу және алдын алу шараларын ұсыну. Бағалау барысында тек соңғы жауап емес, студенттің талдау жолы да ескеріледі. Бұл тәсіл қалыптастырушы бағалауға сәйкес келеді және студентке өзінің әлсіз тұстарын анықтауға мүмкіндік береді. Сабақ соңында қысқа рефлексия ұйымдастырылып, «Қай бақылау нүктесі ең маңызды болды?», «Нәтиженің сенімділігіне қандай факторлар әсер етеді?», «Өндірістік деректі оқу зертханасында қалай қауіпсіз қолдануға болады?» деген сұрақтар ұсынылады.

Пәнаралық байланыс тұрғысынан аталған материалды микробиологиямен қатар вирусология, биотехнология, биологиялық қауіпсіздік және зертханалық сапаны басқару тақырыптарында пайдалануға болады. Студенттер GMP талаптарының мақсатын, таза аймақтардағы жұмыс тәртібін және персонал тәртібінің өнім қауіпсіздігіне әсерін бір кешенде қарастырады. Бұл әсіресе болашақ биологтар мен биология педагогтері үшін маңызды, өйткені олар ғылыми деректерді түсінумен қатар оны білім алушыға түсінікті түрде жеткізе білуі тиіс. Өндірістік мониторинг материалдары осындай екі міндетті — кәсіби мазмұнды меңгеру мен оны педагогикалық тұрғыдан түсіндіруді — бір сабақ аясында ұштастыруға мүмкіндік береді.

Ұсынылған тәсілдің тағы бір артықшылығы – бастапқы эксперименттік нәтижелерді өзгертпей, оларды білім беру мақсатына бейімдеу мүмкіндігі. Бұл жағдайда студенттер шартты немесе ойдан шығарылған көрсеткіштермен емес, нақты зерттеу материалымен жұмыс істейді. Нақты деректер жауапкершілікті арттырып, ғылыми нәтижені дұрыс интерпретациялау қажеттігін көрсетеді. Сонымен қатар оқытушы деректердің қолданылу шегін түсіндіріп, бір зертхананың нәтижесін барлық өндірістік нысандарға жалпылауға болмайтынын атап өтуі қажет. Осылайша студенттер ғылыми қорытынды жасауда дәлелдің жеткіліктілігі, зерттеу жағдайы және шектеулерді көрсету қағидаларын меңгереді.

Қорытынды. Практикалық енгізу барысында биологиялық қауіпсіздік талаптары бірінші орында сақталуы тиіс. Оқу аудиториясында патогенді материалмен жұмыс істеудің орнына дайын кестелер, фотоматериалдар, алдын ала алынған нәтижелер және қауіпсіз оқу штамдары қолданылғаны дұрыс. Студенттерге жеке қорғаныш құралдарын пайдалану, жұмыс орнын дезинфекциялау, қалдықтарды залалсыздандыру және асептикалық техника бойынша нұсқаулық беріледі. Бұл білім беру міндетін орындаумен қатар қауіпсіз мінез-құлық дағдысын қалыптастырады. Нәтижесінде микробиологиялық мониторинг оқу материалы ретінде тек пәндік білім көзі емес, зертханалық мәдениет пен кәсіби жауапкершілікті дамытатын кешенді құрал қызметін атқарады.

Жүргізілген микробиологиялық мониторингтің бастапқы нәтижелері өзгеріссіз сақталып, оларды жоғары оқу орнындағы оқу-зертханалық үдеріске енгізудің педагогикалық мүмкіндігі қарастырылды. Ауадағы, жұмыс беттеріндегі және персоналмен байланысты микробтық жүктеме туралы нақты деректер студенттерге асептика, микробиологиялық қауіпсіздік, таза-лық кластары және зертханалық сапаны бақылау ұғымдарын тәжірибелік материал негізінде меңгеруге мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, мұндай материалдарды практикалық және зертханалық сабақтарда кейс, салыстырмалы талдау және проблемалық тапсырма ретінде қолдану студенттердің зерттеушілік құзыретін, деректерді интерпретациялау қабілетін және биологиялық қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыруға бағытталады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Ceccanti, S., Vecchiani, S., Leonangeli, G., Buralassi, S., Federigi, I., Carducci, A., & Verani, M. How to evaluate if microorganisms isolated from sterile drug production environments monitoring are undesirable. // *Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2024. – 113(6), – P. 1682–1688. – DOI:10.1016/j.xphs.2024.01.019. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2024.01.019>.
2. Kawai, M. Culture independent approach reveals domination of human-oriented microbes in a pharmaceutical manufacturing facility // *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan, Yakugaku Zasshi*. – 2021 – 142(1):- P. 33-37 – DOI:10.1016/j.ejps.2021.00161.4 – URL: <https://doi.org/10.1248/yakushi.21-00161-4>.
3. Gargalo, C. L., Udugama, I., Pontius, K., Lopez, P. C., Nielsen, R. F., Hasanzadeh, A., Mansouri, S. S., Bayer, C., Junicke, H., & Gernaey, K. V. Towards smart biomanufacturing: A perspective on recent developments in industrial measurement and monitoring technologies for bio-based production processes. // *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. – 2020. – 47. – P. 947–964. <https://doi.org/10.1007/s10295-020-02308-1>.
4. Теребай А.А., Сазыкулова Г.Дж., Мараховская Л.Г., Наханов А.К. Культивирование культуры клеток Vero на различные микроносители // *Известия вузов Кыргызстана*. – 2023. – №2. С.83–88.
5. Омургазиева Ч.М., Каулбекова А.А., Джамангулова А.К. Скрининг штаммов почвенных бактерий устойчивых к повышенным концентрациям свинца // *Известия вузов Кыргызстана*. – 2020. – №2. С.14–18.
6. Килибаев С.С., Еспембетов Б.А., Таболдиев Д.Р., Сармыкова М.К., Тұргын М.Б., Джалдыбаева А.Е. Микробиологический мониторинг при производстве вакцинных препаратов в условиях научно-исследовательского института проблем биологической безопасности // *Биобезопасность и биотехнология*. – 2021. – №7. С.35–43.
7. Campanella, C., et al. Continuous and effective microbiological air monitoring in critical environments A comparison of analytical methodologies. // *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. – 2020. – 74 (4) – P. 446-455. – DOI: <https://doi.org/10.5731/pdajpst.2019.010181>.
8. Акунова С.О., Мирланова С. Оценка биохимических показателей липидного обмена в крови у жителей города Бишкек // *Известия вузов Кыргызстана*. – 2023. – №1. С.41–45.
9. York, M.K., Traylor, M.M., Hardy, J. and Henry, M. Biochemical tests for the identification of aerobic bacteria // *Clinical microbiology procedures handbook 2nd ed., vol. 1, 2 and 3. American Society for Microbiology, Washington, D.C.* – 2004. – P. 317-391.
10. Сапарбаева У.Ч., Сапарова Н.С. Эңилчектердин түрдүк составы жана биоиндикация // *Известия вузов Кыргызстана*. – 2024. – №2. 45–47-б.
11. Ганыбаева М.Р., Сапарбаева У.Ч., Ибраева С.Ж., Мурзалиева Б.А. Ача-Кайыңды айыл аймагынын флорасы үчүн материалдар // *Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана*. – 2023. – №8. 55–61-б.
12. Marsit, N. M., Saadawi, S., & Alennabi, K. Challenges of growth-based microbiological methods in sterility assurance of pharmaceutical product manufacturing // *Marsit et al. Discover Pharmaceutical Sciences*. – 2025. – P. 1-25 – DOI: <https://doi.org/10.1007/s44395-025-00020-6>.

References:

1. Ceccanti, S., Vecchiani, S., Leonangeli, G., Buralassi, S., Federigi, I., Carducci, A., & Verani, M. How to evaluate if microorganisms isolated from sterile drug production environments monitoring are undesirable. // *Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2024. – 113(6), – P. 1682–1688. – DOI:10.1016/j.xphs.2024.01.019. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2024.01.019>.
2. Kawai, M. Culture independent approach reveals domination of human-oriented microbes in a pharmaceutical manufacturing facility // *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan, Yakugaku Zasshi*. – 2021 – 142(1):- P. 33-37 – DOI:10.1016/j.ejps.2021.00161.4 – URL: <https://doi.org/10.1248/yakushi.21-00161-4>.

3. Gargalo, C. L., Udugama, I., Pontius, K., Lopez, P. C., Nielsen, R. F., Hasanzadeh, A., Mansouri, S. S., Bayer, C., Junicke, H., & Gernaey, K. V. Towards smart biomanufacturing: A perspective on recent developments in industrial measurement and monitoring technologies for bio-based production processes. // *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. – 2020. – 47. – P. 947–964. <https://doi.org/10.1007/s10295-020-02308-1>.
4. Terebay A.A., Sazykulova G.Dzh., Marakhovskaya L.G., Nakhanov A.K. Kultivirovanie kul'tury kletok Vero na razlichnye mikronositeli // *Izvestiya vuzov Kyrgyzstana*. – 2023. – № 2. – S. 83–88. [in Russian]
5. Omurgazieva Ch.M., Kaulbekova A.A., Dzhamangulova A.K. Skrining shtammov pochvennykh bakteriy ustoychivyykh k povyshennym kontsentratsiyam svintsya // *Izvestiya vuzov Kyrgyzstana*. – 2020. – № 2. – S. 14–18. [in Russian]
6. Kilibayev S.S., Espembetov B.A., Taboldiev D.R., Sarmykova M.K., Turgyn M.B., Dzhaldybayeva A.E. Mikrobiologicheskiy monitoring pri proizvodstve vaktsinnykh preparatov v usloviyakh nauchno-issledovatel'skogo instituta problem biologicheskoy bezopasnosti // *Biobezopasnost' i biotekhnologiya*. – 2021. – № 7. – S. 35–43. [in Russian]
7. Campanella, C., et al. Continuous and effective microbiological air monitoring in critical environments A comparison of analytical methodologies. // *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. - 2020. - 74 (4) – P. 446-455. - DOI: <https://doi.org/10.5731/pdajpst.2019.010181>.
8. Akunova S.O., Mirlanova S. Otsenka biokhimicheskikh pokazateley lipidnogo obmena v krovi u zhiteley goroda Bishkek // *Izvestiya vuzov Kyrgyzstana*. – 2023. – № 1. – S. 41–45. [in Russian]
9. York, M.K., Traylor, M.M., Hardy, J. and Henry, M. Biochemical tests for the identification of aerobic bacteria // *Clinical microbiology procedures handbook* 2nd ed., vol. 1, 2 and 3. American Society for Microbiology, Washington, D.C. – 2004. - P. 317-391.
10. Saparbaeva U.Ch., Saparova N.S. Engilchekterdin turduk sostavy zhana bioindikatsiya // *Izvestiya vuzov Kyrgyzstana*. – 2024. – № 2. – B. 45–47. [in Kyrgyz]
11. Ganybaeva M.R., Saparbaeva U.Ch., Ibraeva S.Zh., Murzalieva B.A. Acha-Kayyndy ayyl aymagynyn florasy uchun materialdar // *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana*. – 2023. – № 8. – B. 55–61. [in Kyrgyz]
12. Marsit, N. M., Saadawi, S., & Alennabi, K. Challenges of growth-based microbiological methods in sterility assurance of pharmaceutical product manufacturing // Marsit et al. *Discover Pharmaceutical Sciences*. – 2025. - P. 1-25 - DOI: <https://doi.org/10.1007/s44395-025-00020-6>.