OLIY TA'LIMDA BIOKIMYOVIY JARAYONLARNI VIRTUAL LABORATORIYA BILAN BOG'LAB O'RGANISH

Shodiyeva Gulruh Shodiyevna
E-mail: shodiyevagulrux16@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.23275864

Annotatsiya. Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasalarida biokimyoviy jarayonlarni virtual laboratoriyalar yordamida o'rganishning ilmiy-pedagogik asoslari, didaktik imkoniyatlari va metodik xususiyatlari tahlil qilinadi. Biokimyo fanini o'qitishda fermentativ reaksiyalar, uglevodlar almashinuvi, oqsil denaturatsiyasi, hujayra nafas olishi va metabolik jarayonlarni raqamli modellashtirish imkoniyatlari yoritiladi. Shuningdek, virtual laboratoriyalarni an'anaviy tajribalar bilan integratsiyalash, talabalar mustaqil ta'limini tashkil etish va bilimlarni baholash mexanizmlarini takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi.
Kalit so'zlar: biokimyo, oliy ta'lim, virtual laboratoriya, biokimyoviy jarayonlar, raqamli texnologiyalar, interaktiv ta'lim, laboratoriya mashg'ulotlari, kompetensiya.

Аннотация. В данной статье анализируются научно-педагогические основы, дидактические возможности и методологические особенности изучения биохимических процессов в высших учебных заведениях с использованием виртуальных лабораторий. Подчеркиваются возможности цифрового моделирования ферментативных реакций, метаболизма углеводов, денатурации белков, клеточного дыхания и метаболических процессов в преподавании биохимии. Также разработаны рекомендации по интеграции виртуальных лабораторий с традиционными экспериментами, организации самостоятельного обучения студентов и совершенствованию механизмов оценки знаний.
Ключевые слова: биохимия, высшее образование, виртуальная лаборатория, биохимические процессы, цифровые технологии, интерактивное обучение, лабораторные занятия, компетентность.

Abstract. This article analyzes the scientific-pedagogical foundations, didactic possibilities, and methodological characteristics of studying biochemical processes in higher education institutions using virtual laboratories. It highlights the potential for the digital modeling of enzymatic reactions, carbohydrate metabolism, protein denaturation, cellular respiration, and metabolic processes in the teaching of biochemistry. Furthermore, recommendations are developed regarding the integration of virtual laboratories with traditional experiments, the organization of independent student learning, and the improvement of knowledge assessment mechanisms.
Key words: biochemistry, higher education, virtual laboratory, biochemical processes, digital technologies, interactive learning, laboratory sessions, competence.

Kirish. Zamonaviy oliy ta’lim tizimida raqamli texnologiyalarni o‘quv jarayoniga tatbiq etish ta’lim mazmunini boyitish, murakkab ilmiy tushunchalarni tushunarli shaklda ifodalash va talabalarning mustaqil ishlash imkoniyatlarini kengaytirishning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, biokimyo kabi molekulyar darajadagi murakkab jarayonlarni o‘rganuvchi fanlarda nazariy bilimlarni amaliy tajribalar bilan uyg‘unlashtirish alohida ahamiyat kasb etadi. Biokimyo tirik organizmlarning kimyoviy tarkibi, biomolekulalarning tuzilishi, fermentativ reaksiyalar, moddalar va energiya almashinuvi kabi jarayonlarni o‘rganadi. Ushbu jarayonlarning ko‘pchiligi ko‘z bilan bevosita kuzatilmaydi. Shu sababli talabalarda molekulyar o‘zgarishlar, ferment-substrat o‘zaro ta’siri va metabolik reaksiyalar ketma-ketligi haqida aniq tasavvur hosil qilish muayyan metodik yondashuvlarni talab etadi. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlari talabalarda asbob-uskunalardan foydalanish, reagentlar bilan ishlash, tajriba natijalarini kuzatish va tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Biroq laboratoriya jihozlarining yetishmasligi, reaktivlar narxining yuqoriligi, mashg‘ulotlar uchun ajratilgan vaqtning cheklanganligi va ayrim tajribalarning murakkabligi o‘quv jarayonida qiyinchiliklarni yuzaga keltirishi mumkin. Virtual laboratoriyalar ushbu muammolarni qisman bartaraf etishga yordam beradigan raqamli ta’lim vositalaridir. Ular orqali talabalar tajriba sharoitlarini o‘zgartirish, jarayonlarning borishini kuzatish, turli natijalarni taqqoslash va xatolarni tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Biokimyo ta’limida virtual reallik asosidagi modellashtirish hamda onlayn laboratoriya simulyatorlaridan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlarda ularning murakkab jarayonlarni tushunish va o‘quv faolligini qo‘llab-quvvatlash imkoniyatlari qayd etilgan [1; 2]. Maqolaning maqsadi oliy ta’limda biokimyoviy jarayonlarni virtual laboratoriyalar bilan integratsiyalashning didaktik imkoniyatlarini aniqlash hamda samarali laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish bo‘yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Biokimyo ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanish masalasi xorijiy tadqiqotlarda turli jihatlardan o‘rganilgan. Ye, Wong va Ho tomonidan ishlab chiqilgan biokimyo virtual laboratoriyasi aralash ta’lim sharoitida talabalarning laboratoriya mashg‘ulotlariga tayyorgarligini tashkil etish va o‘quv jarayonini takomillashtirish imkoniyatlarini o‘rganishga qaratilgan [1]. Ushbu tadqiqot virtual muhitni an’anaviy ta’lim bilan uyg‘unlashtirish muhimligini ko‘rsatadi. Barrow va hammualliflar biokimyo fanida virtual reallik texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganib, limon kislotasi siklining bosqichlarini immersiv raqamli muhitda o‘zlashtirishga e’tibor qaratganlar [2]. Mazkur tadqiqot metabolik jarayonlarni fazoviy va interaktiv shaklda namoyish etish murakkab tushunchalarni anglashni qo‘llab-quvvatlashi mumkinligini ko‘rsatadi. Biroq tadqiqotning kichik tanlanmaga asoslanganligi natijalarni barcha ta’lim muassasalariga bir xil tatbiq etishda ehtiyotkorlikni talab qiladi.

Ilkevych biokimyoni o‘rganishda virtual laboratoriyalarning imkoniyatlarini tahlil qilib, molekulalarning fazoviy tuzilishini ko‘rsatish, tajribalarga tayyorgarlik ko‘rish, mustaqil ishlarni tashkil etish va o‘zlashtirilgan bilimlarni testlar orqali baholash imkoniyatlarini yoritgan [3]. Shuningdek, Rowe va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotda onlayn va an’anaviy biokimyo laboratoriyalaridagi o‘quv natijalari taqqoslangan. Mualliflar ayrim nazariy va laboratoriya tamoyillarini o‘zlashtirishda sezilarli farq kuzatilmaganini qayd etgan bo‘lsalar-da, amaliy tajriba va talabalar munosabati bo‘yicha natijalar ta’lim shakllarining o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi [4]. Adabiyotlar tahlili shuni

ko‘rsatadiki, virtual laboratoriyalar biokimyoviy jarayonlarni tushuntirish, tajribalarni takrorlash va mustaqil ta’limni qo‘llab-quvvatlashda muhim vosita bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, virtual tajribalar real laboratoriyada asbob-uskunalardan foydalanish, namuna tayyorlash va tajriba texnikasini egallashning to‘liq o‘rnini bosa olmaydi. Shuning uchun ularni an’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlari bilan uyg‘unlashtirish maqsadga muvofiq.

Tadqiqot metodologiyasi. Maqolani tayyorlashda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, qiyosiy tahlil, pedagogik modellashtirish va tizimli yondashuv usullaridan foydalanildi. Ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish orqali biokimyo ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanishning asosiy yo‘nalishlari o‘rganildi. Qiyosiy tahlil yordamida an’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlari va virtual tajribalarning didaktik imkoniyatlari solishtirildi. Pedagogik modellashtirish asosida virtual laboratoriyani o‘quv mashg‘ulotiga integratsiyalashning bosqichlari ishlab chiqildi.

Tadqiqotning metodik modeli quyidagi ketma-ketlikni qamrab oladi:

1. Biokimyoviy jarayonning nazariy asoslarini tushuntirish.
2. Virtual tajriba uchun maqsad va tekshiriladigan gipotezani belgilash.
3. Simulyator yordamida tajriba sharoitlarini o‘zgartirish.
4. Olingan natijalarni jadval va grafiklar ko‘rinishida qayd etish.

5. Natijalarni nazariy bilimlar bilan taqqoslash.

6. Xulosa chiqarish va zarur hollarda real laboratoriyada tekshirish.

Mazkur maqola adabiyotlar tahlili va metodik modellashtirishga asoslangan. Unda muallif tomonidan o‘tkazilgan alohida eksperimental tadqiqot yoki talabalar o‘zlashtirishiga oid yangi statistik natijalar keltirilmagan.

Natijalar va muhokama

Virtual laboratoriyalar kompyuter yoki boshqa raqamli qurilmalar yordamida laboratoriya tajribalarining ayrim bosqichlarini modellashtirish imkonini beradi. Talaba tajriba sharoitlarini o‘zgartirib, natijalarni kuzatishi, o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashi va o‘z xulosalarini tekshirishi mumkin.

Ularning asosiy didaktik imkoniyatlari quyidagilardan iborat:

- Vizualizatsiya: molekulalar, fermentlar va metabolik yo‘llarning tuzilishi hamda o‘zaro ta’sirini ko‘rgazmali ifodalash.
- Interaktivlik: harorat, pH, substrat konsentratsiyasi va boshqa omillarni o‘zgartirib, jarayonning natijasini kuzatish.
- Takrorlash imkoniyati: tajribani turli sharoitlarda qayta bajarish va natijalarni taqqoslash.
- Xavfsizlik: ayrim xavfli yoki murakkab tajribalarni dastlab virtual muhitda o‘rganish.
- Individual ta’lim: talabaga o‘zlashtirish tezligi va tayyorgarlik darajasiga mos ravishda ishlash imkonini berish.

Biroq virtual tajribaning samarasi simulyatorning ilmiy aniqligi, topshiriqlarning pedagogik jihatdan puxta ishlab chiqilishi va o‘qituvchining metodik rahbarligiga bog‘liq.

Biokimyoviy jarayonlarni virtual laboratoriyalar yordamida o‘rganish yo‘nalishlari. Oliy ta’limda virtual laboratoriyalarni bir nechta asosiy biokimyoviy mavzular bilan bog‘lash mumkin.

Fermentativ reaksiyalarni o‘rganish. Fermentlar faolligining harorat, muhit pH ko‘rsatkichi va substrat konsentratsiyasiga bog‘liqligini simulyatsiya qilish orqali talabalar fermentativ kataliz qonuniyatlarini o‘rganadilar. Masalan, haroratning oshishi dastlab reaksiya tezligini oshirishi, optimal qiymatdan keyin esa ferment tuzilishining buzilishi sababli faollik pasayishi mumkin. Virtual tajribada ushbu bog‘liqlik grafik shaklida tahlil qilinadi.

Uglevodlar almashinuvini o‘rganish. Glikoliz, piruvatning keyingi o‘zgarishlari va limon kislotasi siklini animatsiyalar yordamida bosqichma-bosqich o‘rganish mumkin. Talabalar substratlarning o‘zgarishi, energiya tashuvchi molekulalarning hosil bo‘lishi va metabolik yo‘llar o‘rtasidagi aloqalarni kuzatadilar.

Oqsillarning xossalarini o‘rganish. Oqsillarning fazoviy tuzilishi, denaturatsiya jarayoni va muhit omillarining oqsil konformatsiyasiga ta’sirini molekulyar modellashtirish yordamida tushuntirish mumkin. Bunda oqsilning tuzilishi bilan biologik vazifasi o‘rtasidagi bog‘liqlik ochib beriladi.

Lipidlar almashinuvi. Yog‘ kislotalarining oksidlanishi, membrana tarkibiy qismlari va lipidlarning energetik ahamiyatini sxematik hamda interaktiv modellar orqali o‘rganish mumkin.

Spektrofotometrik tahlil. Virtual simulyatorlar yordamida optik zichlik va modda konsentratsiyasi o‘rtasidagi bog‘liqlik, kalibrlash grafigini tuzish hamda tajriba natijalarini tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish mumkin [5].

Virtual laboratoriya mashg‘ulotini tashkil etishning metodik modeli. Virtual laboratoriyani o‘quv jarayoniga samarali integratsiyalash uchun mashg‘ulotlar aniq maqsad va natijalarga yo‘naltirilishi lozim.

Mashg‘ulot bosqichi	**O‘qituvchi faoliyati**	**Talaba faoliyati**
Tayyorgarlik	Nazariy tushunchalar va tajriba maqsadini tushuntiradi	Gipoteza ishlab chiqadi
Modellashtirish	Simulyatordan foydalanish tartibini ko‘rsatadi	Tajriba parametrlarini belgilaydi
Tajriba	Yo‘riqnoma va metodik yordam beradi	Virtual tajribani bajaradi
Tahlil	Natijalarni tahlil qilishga yo‘naltiradi	Jadval va grafiklar tuzadi
Baholash	Mezonlar asosida ishni tekshiradi	Xulosa va hisobot tayyorlaydi

Manba: muallif tomonidan ishlab chiqilgan metodik model.

Mazkur modelda talaba tayyor ma’lumotni passiv qabul qiluvchi emas, balki ilmiy savol qo‘yuvchi, tajribani rejalashtiruvchi va natijalarni izohlovchi faol ishtirokchi sifatida qatnashadi.

Ferment faolligini virtual laboratoriyada o‘rganish namunasi

Mavzu: Haroratning ferment faolligiga ta’siri.

Mashg‘ulotning maqsadi fermentativ reaksiyalar tezligining haroratga bog‘liqligini aniqlash va natijalarni grafik orqali tahlil qilishdan iborat. Tajriba davomida talaba simulyatorda harorat qiymatlarini o‘zgartiradi, qolgan parametrlarni imkon qadar bir xil saqlaydi va har bir sharoitda ferment faolligi ko‘rsatkichlarini qayd etadi.

Harorat sharoiti	Kuzatiladigan holat	Tahlil yo‘nalishi
Past harorat	Reaksiya tezligi nisbatan past bo‘lishi mumkin	Molekulalarning harakati va samarali to‘qnashuvlar
Optimal haroratga yaqin	Ferment faolligi yuqori bo‘lishi mumkin	Ferment-substrat kompleksining hosil bo‘lishi
Optimal qiymatdan yuqori	Ferment faolligi pasayishi mumkin	Denaturatsiya va faol markaz tuzilishining o‘zgarishi

Izoh: jadvaldagi holatlar nazariy kutilmalardir; aniq natijalar ferment turi va simulyator parametrlariga bog‘liq.

Talabalar olingan ma’lumotlar asosida harorat va ferment faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlik grafigini tuzadilar. Shundan so‘ng grafikdagi maksimum nuqtani aniqlab, optimal harorat tushunchasini izohlaydilar. Yakuniy bosqichda simulyatsiya natijalarining cheklovlari muhokama qilinadi va imkoniyat mavjud bo‘lsa, real laboratoriya tajribasi bilan taqqoslanadi.

Virtual laboratoriyalar yordamida talabalar kompetensiyalarini rivojlantirish. Virtual laboratoriya mashg‘ulotlari faqat nazariy bilimlarni mustahkamlashga emas, balki talabalarning bir qator kasbiy va ilmiy kompetensiyalarini rivojlantirishga ham xizmat qilishi mumkin. Birinchidan, tadqiqotchilik kompetensiyasi rivojlanadi. Talaba gipoteza ilgari surish, o‘zgaruvchilarni boshqarish, natijalarni qayd etish va xulosa chiqarishni o‘rganadi. Ikkinchidan, raqamli kompetensiya shakllanadi. Talabalar simulyatorlar, molekulyar modellashtirish vositalari, elektron jadvallar va grafiklar bilan ishlash ko‘nikmalarini egallaydilar. Uchinchidan, tanqidiy fikrlash rivojlanadi. Turli sharoitlarda olingan natijalarni taqqoslash, kutilmagan o‘zgarishlarning sabablarini aniqlash va modelning cheklovlarini tushunish ilmiy tahlilni kuchaytiradi. To‘rtinchidan, mustaqil ta’lim ko‘nikmalari mustahkamlanadi. Talabalar virtual tajribalarni takrorlash, qo‘shimcha manbalarni o‘rganish va o‘z bilimlaridagi bo‘shliqlarni aniqlash imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Ushbu kompetensiyalarni baholashda faqat yakuniy javobni emas, balki tajribani rejalashtirish, ma’lumotlarni to‘g‘ri qayd etish, natijalarni izohlash va ilmiy asoslangan xulosa chiqarish jarayonini ham hisobga olish zarur.

Virtual laboratoriyalarni joriy etishdagi muammolar va ularning **yechimlari.** Virtual laboratoriyalardan foydalanishda bir qator tashkiliy va metodik muammolar uchrashi mumkin. Jumladan, barcha talabalar uchun barqaror internet va mos qurilmalar mavjud bo‘lmasligi, ayrim simulyatorlarning pulli bo‘lishi, o‘zbek tilidagi o‘quv materiallarining cheklanganligi hamda raqamli modellar real biologik tizimlarning barcha xususiyatlarini aks ettira olmasligi shular jumlasidandir.

Ushbu muammolarni kamaytirish uchun quyidagi choralar tavsiya etiladi: Ochiq foydalanish imkoniyatiga ega, ilmiy jihatdan ishonchli simulyatorlarni tanlash. O‘zbek tilidagi metodik qo‘llanmalar va laboratoriya topshiriqlarini ishlab chiqish. Virtual tajribalarni real laboratoriya mashg‘ulotlari bilan uyg‘unlashtirish. Talabalarning raqamli savodxonligini oshirish va o‘qituvchilarni tegishli metodika bo‘yicha tayyorlash. O‘quv natijalarini dastlabki va yakuniy baholash orqali metodikaning samaradorligini tekshirish. Shunday qilib, virtual laboratoriya texnologiyalarini joriy etish faqat dasturiy vositani tanlash bilan cheklanmaydi. U o‘quv dasturi, metodik ta’minot, pedagogik nazorat va moddiy-texnik sharoitlarning o‘zaro uyg‘unligini talab qiladi.

Xulosa. Oliy ta'limda biokimyoviy jarayonlarni virtual laboratoriyalar bilan bog'lab o'rganish nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan integratsiyalash, murakkab molekulyar jarayonlarni vizual ifodalash va talabalarning mustaqil tadqiqotchilik ko'nikmalarini rivojlantirish uchun muhim pedagogik imkoniyat yaratadi. Adabiyotlar tahlili virtual laboratoriyalar fermentativ reaksiyalar, metabolik yo'llar, oqsillarning tuzilishi va spektrofotometrik tahlil kabi mavzularni o'rganishda qo'llanishi mumkinligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, virtual modellashtirish real laboratoriyada shakllanadigan amaliy manipulyatsiya, asbob-uskunalardan foydalanish va tajriba texnikasi ko'nikmalarini to'liq almashtirmaydi. Shu sababli biokimyo fanini o'qitishda virtual va an'anaviy laboratoriyalarni uyg'unlashtirish, interaktiv topshiriqlar ishlab chiqish, tajriba natijalarini tahlil qilishga yo'naltirilgan baholash mezonlarini joriy etish hamda raqamli ta'lim resurslarini metodik jihatdan takomillashtirish maqsadga muvofiq. Kelgusidagi empirik tadqiqotlarda virtual laboratoriyalardan foydalanishning talabalar bilim darajasi, laboratoriya ko'nikmalari va ilmiy fikrlashiga ta'sirini tajriba-sinov ishlari orqali baholash ushbu metodikaning samaradorligini aniqroq belgilash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ye L., Wong N. S., Ho J. W. Y. Design, Development and Evaluation of Biochemistry Virtual Laboratory for Blended Learning // GSTF Journal on Education. – 2016. – Vol. 3. – Article 14. DOI: https://doi.org/10.7603/s40742-015-0014-1.
2. Barrow J., Hurst W., Edman J., Ariesen N., Krampe C. et al. Virtual Reality for Biochemistry Education: The Cellular Factory // Education and Information Technologies. – 2024. – Vol. 29. – P. 1647–1672. DOI: https://doi.org/10.1007/s10639-023-11826-1.
3. Raxmatov N.A., Mahmudov T.M., Mirzayev S. Biokimyo. — Toshkent: Ta'lim, 2009. — 528 b
4. Valixonov M.N. Biokimyo. — Toshkent: Universitet, 2010. — 300 b.
5. Sobirova R.A., Yuldashev N.M., Inoyatova F.X., Kulmanova M.U. Tibbiy biokimyo. — Toshkent: O'zkitobsavdonashriyoti, 2020. — 632 b.
6. Ilkevych N. Use of Virtual Laboratories in Study of Biochemistry by Students of Natural Faculties // Journal of Information Technologies in Education. – 2021. – No. 48. – P. 15–23. DOI: https://doi.org/10.14308/ite000746.
7. Rowe L. et al. Comparing Learning Outcomes and Student and Instructor Perceptions of a Simultaneous Online versus In-Person Biochemistry Laboratory Course // Journal of Chemical Education. – 2024. – Vol. 101, No. 3. – P. 882–891. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00571.
8. Teaching Second-Year Biochemistry Students the Principles of an Enzyme-Catalyzed Spectrophotometric Assay with an Online Lab Simulator // Journal of Chemical Education. – 2025. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c00332.