
**NUCLEIC ACIDS AS CARRIERS OF GENETIC INFORMATION – A NEW
INTERDISCIPLINARY LESSON INCLUDED IN THE EDUCATIONAL PROGRAM OF
A BULGARIAN LANGUAGE PREPARATORY COURSE FOR FOREIGN STUDENTS**

Vesselin Alexandrov

Department of Languages and Specialized Training Section „Natural Sciences“, Medical University of
Plovdiv Bulgaria, vesselin.alexandrov@mu-plovdiv.bg

Detelina Mileva

Department of Languages and Specialized Training Section „Natural Sciences“, Medical University of
Plovdiv, Bulgaria, detelina.mileva@mu-plovdiv.bg

Abstract: In this article, we will present a new interdisciplinary lesson "Nucleic acids as carriers of genetic information", developed in the Natural Sciences Section of the Department of Language and Specialized Training at the Medical University of Plovdiv, Bulgaria. The lesson is intended for foreign students from the preparatory course at the Department. We already have extensive experience and in order to immediately adapt to changing conditions, we always prepare the lessons in such a way that we can apply them, both for face-to-face and distance learning. Nucleic acids (DNA and RNA) are one of the four main organic chemical compounds that are essential for the normal development of the organism. The topic is shown in the educational programs of chemistry and biology. These heterobiopolymers are of exceptional importance, both for chemistry and biology. And in this sense, the topic is suitable for an interdisciplinary lesson. Nucleic acids are synthesized naturally in living organisms only. They are carriers of hereditary information and consist of monomers linked in long chains. The structure, main functions and their participation in three main genetic processes of replication, transcription and translation are presented in detail. As in every lesson, here we start with a presentation. The various tables, drawings, and pictures represent the structure of nucleic acids, nucleotides and the chemical bonds between them. On the one hand, the curricula are tailored so that the newly acquired knowledge is the basis for the training of students in the upper courses. On the other hand, the teaching is tailored to the fact that the language knowledge of the students is not at the required level. The new terms are accompanied by illustrations and schemes and are presented at a level accessible to the students. When the presentation is over, each student receives a questionnaire on the topic to which he/she must give answers. The questions are also tailored to the language level of the students. This is already an established methodology in the Natural Sciences Section, which helps students to maintain their attention, actively understand the specifics of the lesson and more easily find the answers. The new additional approach for better assimilation of new knowledge is the development of presentations on homework topics. Students are grouped into groups of three and present their own presentation. During the implementation of the presentation, students actively use additional information on the Internet and this deepens their knowledge of the topic. After presenting their own developments, the others ask them questions and a very useful discussion ensues, which confirms the new knowledge even better.

Keywords: distance and face-to-face learning, nucleic acids, students of a specialized language course

**НУКЛЕИНОВИТЕ КИСЕЛИНИ КАТО НОСИТЕЛИ НА ГЕНЕТИЧНАТА
ИНФОРМАЦИЯ – НОВ ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРЕН УРОК, ВКЛЮЧЕН В
ПРОГРАМАТА ПО БИОЛОГИЯ И ПО ХИМИЯ НА СПЕЦИАЛИЗИРАН
ПОДГОТВИТЕЛЕН ЕЗИКОВ КУРС ЗА ЧУЖДЕСТРАННИ СТУДЕНТИ**

Веселин Александров

Департамент за езиково и специализирано обучение, Секция „Природни науки“, Медицински
университет Пловдив България, vesselin.alexandrov@mu-plovdiv.com

Детелина Милева

Департамент за езиково и специализирано обучение, Секция „Природни науки“, Медицински
университет Пловдив България, detelina.mileva@mu-plovdiv.com

Резюме: В тази статия представяме нов интердисциплинарен урок „Нуклеиновите киселини като носители на генетичната информация“, разработен в секция „Природни науки“ на Департамента за езиково и специализирано обучение (ДЕСО) към Медицински университет – Пловдив, България. Урокът е предназначен за чуждестранни студенти от подготвителния курс към Департамента. Вече имаме богат опит

и за да се адаптираме незабавно към променящите се условия, ние винаги подготвяме уроците така, че да можем да ги приложим, както за присъствено, така и за дистанционно обучение. Нуклеиновите киселини (ДНК и РНК) са едни от четирите основни органични химични съединения, които са изключително важни за нормалното развитие на организма. Темата е включена в образователните програми по химия и биология. Тези хетеробиополимери са от съществено значение, както за химията, така и за биологията. И в този смисъл темата е подходяща за интердисциплинарен урок. Нуклеиновите киселини се синтезират естествено само в живите организми. Те са носители на наследствената информация и се състоят от мономери, свързани в дълги вериги. Подробно са представени структурата, основните функции и участието им в три основни генетични процеса на репликация, транскрипция и транслация. Както във всеки урок, и тук започваме с презентация. Различните таблици, схеми и снимки представят структурата на нуклеиновите киселини, нуклеотидите и химичните връзки между тях. От една страна, учебните програми са направени така, че новопридобитите знания да са основа за обучението на студентите в горните курсове. От друга страна, обучението е съобразено с факта, че езиковите познания на студентите не са на необходимото ниво. Новите термини са придружени с илюстрации и схеми и са представени в достъпен за студентите вид. След като презентацията приключи, всеки студент получава въпроси по темата, на които трябва да отговори. Въпросите също са съобразени с езиковото ниво на студентите. Това е вече утвърдена методика в секцията по природни науки, която ангажира вниманието на студентите. Помага им да са активни, да разбират спецификата на урока и по-лесно да намират отговорите. Новият допълнителен подход за по-добро усвояване на нови знания е разработването на презентации по темата за домашна работа. Студентите се разделят на групи по трима и представят своя собствена презентация. По време на разработването на презентацията студентите активно търсят допълнителна информация в Интернет и това задълбочава знанията им по темата. След като представят собствените си разработки, останалите им задават въпроси и се получава много полезна дискусия, която още по-добре затвърждава новите знания.

Ключови думи: дистанционно и присъствено обучение, нуклеинови киселини, студенти от специализиран подготвителен езиков курс

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Събитията, които се случиха в света през последните няколко години, показаха, че и преподавателите и студентите трябва бързо да могат да се адаптират към променящата се обстановка. В този аспект ние се стремим да разработваме новите уроци така, че те да са приспособени и за присъствено и за дистанционно обучение. И двата подхода дават възможност учебното съдържание да бъде предавано на достъпно ниво и да се усвои в еднаква степен, а дистанционното обучение продължава да присъства, независимо дали има пандемия, епидемия или липса на учебна зала поради ремонт или някакво природно бедствие. Ръководейки се от опита, който имаме, продължаваме практиката да подготвяме интердисциплинарни уроци, които засягат основни теми, включени в учебната програма на специализирания подготвителен езиков курс към ДЕСО при Медицински университет Пловдив. Заедно с въглехидратите, липидите и белтъците, нуклеиновите киселини са биополимери от съществено значение за всички живи същества на планетата и са едно от четирите основни химични съединения, изключително важни за човешкия организъм. Те са носителите на генетичната информация, която се създава, кодира и съхранява във всяка жива клетка на всяка една форма на живот на Земята, била тя вирус, прокариот или еукариот, след което се предава непроменена в поколенията. Една от ключовите функции на нуклеиновите киселини е белтъчният синтез – основният биологичен процес, при който белтъците се сглобяват от аминокиселините съгласно кодираната информация в ДНК и изграждат основните структури на организмите. Без съмнение, темата за нуклеиновите киселини е важна част от учебната програма и по биология и по химия. Дългогодишната ни преподавателска практика показва, че студентите от подготвителните езикови курсове получават знания и терминология, с които постъпват в университета и имат по-добра основа за последващото обучение от студентите, приети по стандартния начин.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Темата за нуклеиновите киселини е включена в програмата по химия и по биология и е подходяща за интердисциплинарен урок. Всеки урок на чуждестранните студенти от Подготвителния курс към ДЕСО започва с PowerPoint презентация. Слайдовете включват добре илюстрирани схеми, таблици и диаграми, а също така и кратки описания. Новите термини се въвеждат постепенно. По време на презентацията преподавателят може да задава въпроси, които да предизвикват мини дискусии за ангажиране вниманието на студентите. Презентацията е разработена съгласно плана на урока:

3. ХИМИЧЕН СЪСТАВ НА НУКЛЕИНОВИТЕ КИСЕЛИНИ

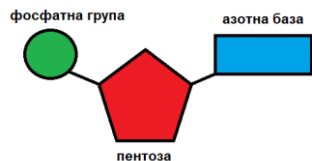
Нуклеиновите киселини (ДНК и РНК) са двете основни биомолекули във всички форми на живот на Земята. Както белтъците, така и нуклеиновите киселини съдържат в състава си химичните елементи С (въглерод), О (кислород), Н (водород) и N (азот). Те са дълги верижни молекули, наречени хетеробиополимери, съставени от мономери (нуклеотиди). Нуклеотидите са 5 вида, а веригите, които се образуват при свързването им са полинуклеотидни вериги. Нуклеиновите киселини от вирусни до човешки съдържат едни и същи нуклеотиди.

4. НУКЛЕОТИДИ

Нуклеотидите (фиг. 1) се състоят от азотна база, захар с пет въглеродни атома (пентоза) и фосфатна група. Пентозите са рибоза в РНК или дезоксирибоза в ДНК (фиг. 2) Четирите азотни бази в ДНК са аденин, гуанин, цитозин и тимин. Те се разделят на пурины и пиримидини. В РНК вместо тимин има урацил (фиг. 3). Нуклеотидите се свързват помежду си като фосфатната група на единия нуклеотид образува ковалентна (фосфодиестерна) връзка с пентозата на следващия. Така се получава полинуклеотидна верига, която от единия си край започва с хидроксилна група, а в другия завършва с фосфатна група. Затова полинуклеотидните вериги винаги имат ОН-край и Р-край. Нуклеотидите се получават наготово с храната или се синтезират в черния дроб от обичайните хранителни вещества.

фиг. 1

Мономер на нуклеиновите киселини - нуклеотид



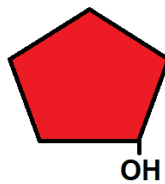
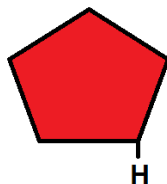
Източник: авторите

фиг.2

Монозахарид - пентоза

деоксирибоза

рибоза

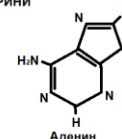
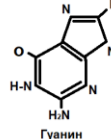


Източник: авторите

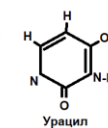
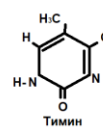
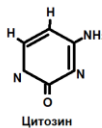
фиг.3

Азотни бази

ПУРИНИ



ПИРИМИДИНИ



Източник: авторите

За да се поддържа вниманието на студентите, по време на презентацията се задават въпроси във връзка със строежа на полинуклеотидните вериги: „Дайте определение за ковалентна връзка и за хидроксилна група?“, „Каква е разликата между хомополимери и хетерополимери?“.

5. ДЕОКСИРИБОНУКЛЕИНОВА КИСЕЛИНА (ДНК)

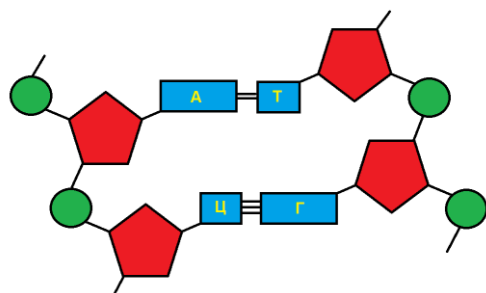
а) структура: молекулата на ДНК е биополимерно съединение от 4 вида нуклеотиди. Всеки от тях съдържа дезоксирибоза, фосфатен остатък и азотна база А, Г, Т или Ц. 98% от ДНК се намира в клетъчното ядро, а 2% в митохондриите. Това е най-голямата позната молекула.

б) форма: двойна спирала. Спираловидна стълба от две полинуклеотидни вериги с противоположна посока. Фосфатните групи и пентозите са отвън (захаро-фосфатен скелет), а базите (стъпалата на стълбата) са отвътре. Срещуположните бази са свързани помежду си чрез водородни връзки по правилото за комплементарност. Голямата база А е винаги срещу малката Т, а голямата Г срещу малката Ц. А и Т се свързват с две водородни връзки, а Г и Ц с три (фиг. 4). Тези връзки придават стабилност на ДНК молекулата.

в) видове ДНК: линейна и пръстеновидна. Линейната ДНК е в ядрото на клетките, а пръстеновидната в митохондриите, нуклеоида на бактериите, плазмидите и хлоропластите.

Дава се допълнителна информация за откриването на триизмерната структура на ДНК от Френсис Крик и Джеймс Уотсън през 1953 г., за което двамата получават Нобелова награда. Подчертава се, че това фундаментално откритие има огромно значение за разбирането на функциите на ДНК и то дава изключителен тласък в развитието на модерната молекулярна биология.

фиг. 4



Източник: авторите

фиг. 5

Централна догма на биологията



Източник: авторите

фиг. 6

Генетичен код (азбука)

Букви (нуклеотиди):

- А, U, C, G

Думи (кодони):

- Възможни комбинации за 3-буквени думи $4^3 = 64$
- 61 думи (кодони)

- 3 точки (стоп кодони)

- UGA, UAA, UAG

- 1 главна буква (старт кодон)

- AUG



Източник: авторите

г) **денатурация и ренатурация на ДНК:** при белтъците ренатурацията е трудно постижима и в повечето случаи денатурацията е необратима. За разлика от белтъците, двойноспиралната ДНК молекула притежава важната характеристика и способността лесно да се разделят нейните две вериги (процес, наречен денатурация). Това се случва при нагряване, след което, ако последва охлаждане, двете нишки да се сдоят отново заедно (процес, наречен ренатурация). При тези процеси се разкъсват водородните връзки между азотните бази, но не се нарушават ковалентните връзки, които изграждат захарно-фосфатния скелет. Това свойство широко се използва при PCR техниките.

6. РИБОНУКЛЕИНОВИ КИСЕЛИНИ (РНК)

а) структура: молекулата на РНК също е биополимерно съединение от 4 вида нуклеотиди. Всеки от тях съдържа рибоза, фосфатен остатък и азотна база А, Г, У или Ц. За разлика от ДНК, РНК съдържа малката база урацил вместо тимин. Молекулата на РНК е едноверижна, като на места има двуверижни участъци, свързани по правилото за комплементарност А срещу У, Г срещу Ц.

б) видове РНК: Информационна РНК: Тя е около 2% от РНК в клетката, но е изключително важна. иРНК е преносителя на информация от ДНК към белтъците. Тя копира определен участък от ДНК, преминава от ядрото в цитоплазмата и достига до рибозомите, където информацията (последователността на аминокиселините в полипептидната верига) се превежда и се синтезират белтъците. **Транспортна РНК:** тя е 15% от РНК в клетката. Формата ѝ е като прегънат лист от детелина. Има няколко бримки и двуверижни участъци. тРНК свързва аминокиселините и ги пренася до рибозомите. Там чрез връзката кодон-антикодон тРНК транслира информацията, кодирана в ДНК и пренасяна от иРНК. **Рибозомна РНК:** представлява около 80% от РНК в клетката. Тя има структурна функция. Заедно с рибозомните белтъци молекулите на рРНК образуват голямата и малката субединици на рибозомите.

7. ГЕНЕТИЧНА ИНФОРМАЦИЯ

а) Централна догма на биологията: това е потокът от генетична информация в една биологична система ДНК – РНК – белтък. Спомената е за първи път от Френсис Крик. Има няколко версии, но накратко тя гласи, че след като информацията е достигнала до белтъка, не може да бъде прехвърлена обратно от белтък към белтък или към нуклеинова киселина (фиг. 5).

б) Генетичен код: набор от правила, които определят как четирибуквеният код на ДНК се превежда в 20-буквения код на аминокиселините (фиг. 6)

в) Ген: строго определени сегменти от ДНК са отговорни за синтеза на специфични белтъци. Нуклеотидна последователност на ДНК, която носи информация за синтеза на РНК молекула или белтък се нарича ген. Това е най-малката функционална единица на наследствеността.

г) Геном: това е сумата от всички гени в клетката. Той съдържа цялата генетична информация за организма.

8. ЗНАЧЕНИЕ НА НУКЛЕИНОВИТЕ КИСЕЛИНИ

Дискутира се огромното значение на НК. Могат да се добавят и по-малко известни, но интересни факти. Например, че нуклеотидите освен като градивни елементи на нуклеинови киселини, са носители на различни метаболити за синтез, метаболитни регулатори, части от структурата на коензими, помагат за съхранение на химическа енергия и много други. Добавя се любопитна информация за проекта „Човешки геном“ – едно от най-големите научни постижения в историята. Започнал през октомври 1990 г. от международна група изследователи и завършен през април 2003 г. Целта била да се проучи цялостно ДНК (генома) на човека и да се предостави фундаментална информация, която да ускори изучаването на човешката биология и подобри медицинската практика. Установено е, че 99.9% от хората са генетично идентични. Само 0.1% прави разликата.

Ако има въпроси след края на презентацията те се дискутират. За домашна работа студентите получават въпросник с 30 въпроса от урока, представен тук (фиг. 7) в съкратен вид:

Фиг. 7

Прочетете внимателно текста. Разгледайте приложените таблици и схеми. Отговорете на въпросите:

1. Напишете трите разлики между молекулите на ДНК и РНК
.....
3. Как се наричат мономерите на нуклеиновите киселини:
.....
6. Как са свързани азотните бази от двете вериги на двойната спирала на ДНК?
.....
11. Къде са локализирани молекулите на ДНК в клетката?
.....
15. Напишете трите елемента на нуклеотидите:
.....
18. Каква е функцията на тРНК:
.....
21. Какво е ген?
.....
23. Кои са трите основни вида РНК?
.....
26. С какви химични връзки са свързани нуклеотидите в молекулата на ДНК:
.....
30. Каква е функцията на иРНК:

Източник: авторите

Студентите се подготвят като използват няколко учебника по биология и по химия, където е включен учебният материал по темата. Отговорите на въпросите се дискутират преди следващия урок

Най-новият подход, който започнахме да прилагаме отскоро е разработването на собствени презентации от студентите. Разпределят се на групи по трима и всяка група представя своя собствена презентация. Всяка група работи извънкласно по различна част от темата, например ДНК, видове РНК, геном, генетичен код и др. Готовите презентации се представят преди следващия урок. Те са къси. Продължават 5-6 минути и се състоят от 5 до 6 слайда. Интересно е да се отбележи, че това нововъведение беше възприето с голям ентузиазъм сред студентите, които се включиха много активно в разработването на техния собствен продукт. Различният подход и активното търсене на допълнителна информация в Интернет от една страна засилват интереса на студентите към темата и от друга страна допълнително задълбочават техните знания. След като представят собствените си разработки, останалите им задават въпроси и се получава много полезна дискусия, която още по-добре затвърждава наученото.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целите на урока са поддържането на интереса на студентите чрез въвеждането на нови методики при обучението за засилване на интереса на студентите и поддържането му по време на преподаването. Установихме, че новият подход с разработване на собствени презентации по темата дава много добри резултати. Студентите са стимулирани сами да търсят информация от различни източници, което води до поддържане на интереса и концентриране на вниманието им към основните точки и постулати по темата. Активното им участие при разработването на презентацията помага и за по-доброто усвояване на новите знания. Забелязва се и трайна тенденция конкурсите за най-добре представил се студент в първи курс по медицина, дентална медицина или фармация да бъдат печелени от студенти, които преди това успешно са завършили подготвителния курс към ДЕСО на МУ – Пловдив. Това е доказателство, че нашите усилия по

време на работата ни в подготвителния езиков курс за чуждестранни студенти са насочени в правилната посока.

ЛИТЕРАТУРА

- Clarks, L. (2016, August). “DNA Structure”. *What is DNA*.
<https://web.archive.org/web/20091010072742/http://www.whatisdna.net/>
- Ишев В., Панайотова М., Михова-Нанкова И. (2018), *Биология и здравно образование*, 9 кл., Просвета.
- Калинова Д., Димова Н., Милева Д. (2007). *Въведение в химията*. Lax Book
- Lockee В.В. (2021). Online education in the post-COVID era, *Nat Electron* 4, 5–6 doi: 10.1038/s41928-020-00534-0
- Луканов, Л., Димова, Н., Милева, Д. (2009). *Учебник по химия за чуждестранни студенти*. Lax Book.
- MedlinePlus. (2020, September). *What is a gene?: MedlinePlus Genetics*. <https://medlineplus.gov/genetics/understanding/basics/gene/>
- National Center for Biotechnology Information (US). (2023, May). *GenBank: The Nucleotide Sequence Database. The NCBI Handbook*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>
- National Human Genome Research Institute. (2022, January). *Nucleic Acid*. <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Nucleic-Acids>
- Ovcharov, V., Dimitrov, O., Yotovska, K., Hristova, M., Dimitrova, T. (2018). *Biology and Health Education, 9. Grade, Student's book, Part 2*, Bulvest 2000.
- Sands, T. & Shushok, F. (2020, October). The COVID-19 higher education shove, *Educause Review*, <http://go.nature.com/3o2vHbX> .