

АНАЛИЗ НА КОНЦЕПТИ, ЗНАЧИМИ ЗА НАУЧНАТА ГРАМОТНОСТ НА БЪДЕЩИТЕ ПЕДАГОЗИ

Стоянка Тодорова

Тракийски университет – Стара Загора (България)

Резюме. Развитието на научна грамотност е в основата за просперитет на обществото и е пряко свързано с нивото на научна грамотност на настоящите и бъдещите учители. В статията се представят резултати от проучване сред студенти от педагогически специалности, целящо анализ на концептуалните им представи, определящи за природонаучната им грамотност. Проучването установява научните знания, концептуалните заблуди и нивото на увереност чрез отговорите по ключови научни твърдения. Проведено е чрез анкетно проучване, съдържащо твърдения по основни природонаучни концепти, които трябва да бъдат идентифицирани като вярно, невярно или да се отбележи неувереност в отговора. Извършеният количествен и качествен анализ на резултатите показва неравномерна концептуална яснота у студентите, по-висока по отношение усвоени знания и по-слаба при осмисляне, оценка и приложението им. Анализът на резултатите и обобщените изводи подчертава значението на критическото мислене като компонент на научната грамотност и очертава необходимостта от целенасочени педагогически стратегии за развитието ѝ в подготовката на бъдещите учители.

Ключови думи: природонаучна грамотност; професионално-педагогически компетентности; анкетно проучване; студенти; учители

Въведение

Динамичният свят, в който живеем, изправени пред редица предизвикателства – социални, здравни, екологични и др., изисква от общество и от всеки негов член умения за критично възприемане и успешно справяне. Тези умения, основани на базови научни знания, са основен елемент от научната грамотност на всеки човек. Научната грамотност, като една от трите функционални грамотности, дава възможност за разбиране света, за осъзнаване и адекватна употреба на научните технологии, отговорно отношение към себе си, околните и заобикалящия свят. А нивото ѝ и реализирането на мерки за

развиването ѝ са показателни за просперитета на обществото.

Въпреки нарастващата необходимост от повишаване на научната грамотност на всеки човек през последното десетилетие сме свидетели на тревожно намаляващите резултати на българските ученици в редица оценявания, в т.ч. и в международното измерване на четивна, математическа и природонаучна грамотност на 15-годишните ученици – PISA.

Същността на понятието „природонаучна грамотност“, „известна на български предимно със съкратения вариант на термина – научна грамотност“ (Tafova-Grigорова, 2013, р. 126), повече от седемдесет години след първоначалната му употреба, все още търпи развитие. Концепцията на PISA за природонаучната грамотност е разработена във връзка с измерването през 2006 година, когато за пръв път фокусът на изследването е върху природните науки. В представянето на концепцията и резултатите от изследването Bybee (Bybee, 2008) определя, че научната грамотност включва способност за:

- използване на научно знание в реални житейски ситуации;
- интерпретиране на данни;
- оценка на научни твърдения.

„Грамотността“ в PISA 2022 се определя като способността на учениците да използват и прилагат познания и умения от различни познавателни области, като анализират, осмислят и решават проблеми в многообразие от ситуации, близки до реалните. PISA има за цел да определи как и доколко успешно образователните системи подготвят младите хора за живота им на самостоятелни граждани¹.

В Рамка за последното измерване – PISA 2025², което също е с акцент върху природните науки, се приема, че човек има добро равнище на природонаучна грамотност, ако притежава умения/компетентности за:

- научно обясняване на природни процеси и явления;
- създаване и оценяване на научни експерименти и критично интерпретиране на научни данни и доказателства;
- проучване, оценяване и използване научна информация за вземане на решения и предприемане на действия.

А. Епитропова обобщава, че „Научната грамотност, като фраза се използва за изразяване на основните и най-важни разбирания, които трябва да бъдат част от природонаучното образование на всеки“ (Epitrova, 2004, р. 8).

Развиването на грамотността у учениците зависи в голяма степен от грамотността на учителите, което поставя във фокуса на настоящото изследване установяване на елементи от научната грамотност на студенти, обучавани в педагогически специалности.

Установяването нивото на научната грамотност у студентите – бъдещи учители, на концептуалните заблуди, като неправилни или непълни представи, възпрепятстващи научното разбиране, и заместването им с научни концепти

са от изключителна важност (Petrova, 2005). За изграждане на научно обосновани концепти е важно човек „първо да признае пред себе си, че неговото схващане не е правилно, и едва тогава може да се насочи към решението на проблема“ (Mircheva, 2006, p. 193). Концептуалните заблуди биха се запазили дори при висока академична успеваемост, ако не се работи целенасочено за промяна на грешните концепти (Gormally, Brickman & Lutz, 2012). Това е особено важно за студенти, обучаващи се в педагогически специалности. За да преподават ефективно, научно вярно и да формират у учениците заложените в учебните програми компетентности, бъдещите учители трябва добре да знаят и разбират научните факти, природните процеси и явления. Научната грамотност е ключова за професионалната подготовка на бъдещите учители. Тя е основополагаща за развиване на професионално-педагогическите им компетентности за преподаване, изискващи „знания за научните области, на които съответстват учебните предмети, по които се преподава“, „умения за адаптиране на знанията от научните области към възрастовите особености и степента на познавателно развитие на учениците“ и „готовност за актуализиране и адаптиране на учебното съдържание съобразно възрастовите особености, интересите и способностите на учениците“³.

Определяйки нивата на научна грамотност на бъдещите учители по природни науки и изследване на ефективността на преподаването по отношение на развиването на научна грамотност в Турция, се установява, че нивото на научна грамотност на бъдещите учители е много високо, и не се установява разлика в научната грамотност на студентите от мъжки и женски пол (Altun-Yalçın, 2011).

Прегледът на научната литература установява, че преобладават изследванията, измерващи научната грамотност сред ученици, но не и на студентите. В България са осъществявани изследвания относно дигиталните и музикалните компетентности, ефективността на академичната подготовка на студентите от педагогически специалности, влиянието на различни методи върху развитието на природонаучната им грамотност. Прегледът и на базите Scopus и Web of Science показва, че нивото на научна грамотност у студентите е слабо изследвана област.

Дизайн на изследването

Изследването цели да се установят и анализират концептуални представи у студенти от педагогически специалности, значими за определяне нивото на природонаучната им грамотност.

В съответствие с целта са поставените изследователските въпроси:

- Какви концептуални представи притежават студентите по основни природонаучни теми?
- До каква степен тези представи са научно коректни и обосновани?

– До какво ниво на научната грамотност у студентите водят анализите на установените концепти?

Идентифицирането на дефицитите може да послужи за формулиране на насоки и подобряване на учебните програми, за да се повишат научната грамотност и професионално-педагогическата подготовка на студентите.

За реализиране на поставената цел и да се отговори на изследователските въпроси, се поставят задачите:

- проучване на научна литература по изследваните проблеми;
- провеждане на анкетно проучване сред студенти за установяване на техните концепти, увереност и влиянето на концептуалните заблуди;
- анализ на резултатите от проведеното анкетно проучване;
- формулиране на изводи относно нивото на концепти, значими за научната грамотност на студентите.

Обект на изследването са значими за природонаучната грамотност концепти у студенти, обучавани в ОКС „бакалавър“ в Педагогическия факултет на Тракийския университет, Стара Загора.

Изследването се реализира благодарение анализа на научна литература, използване на социологически и статистически методи. Базира се на анкетно проучване, проведено в периода от месец януари до месец май 2025 година сред 273 студенти, посещаващи избираемите учебни дисциплини „Здравно и екологично образование“ и „Растителен и животински свят в България“.

Осъществява се в три относително последователни етапа, всеки от които включва дейности, целящи максимално по-добро изпълнение на задачите и цялостно и ефективно реализиране на поставената цел:

- подготвителен – анализ на научна литература; разработване на концепцията и методиката на изследването;
- същински – осъществяване на анкетното проучване;
- заключителен – анализ на резултатите; оценка и формулиране на изводи.

Анкетното проучване се реализира чрез въпросник, основан на „социологическия подход към изследването на научната грамотност“ на възрастни хора (Laugksch, 2000, р. 87). Въпросникът съдържа 15 твърдения, от които 6 верни и 9 грешни. По-големият брой грешни твърдения е свързан със стремението за преодоляване на установената склонност на респондентите по-скоро да приемат твърдението, отколкото да го отхвърлят. Преобладаващите твърдения на база биологични знания са резултат от учебните дисциплини, в които се провежда изследването.

Критерии за оценяване в изследването

За целите на изследването се приема система от критерии и показатели със съответстващите им измерители, посочени в таблица 1.

Таблица 1. Критерии, показатели и измерители в изследването

Критерий	Показатели	Измерители – твърдение №
Знания	Осмисленост на равнищата на организация на материята	1
	Осмисленост на йерархията и мащабите на небесните тела	2
	Разбиране на морфологичните и анатомичните признаци на организмите като основа за класификацията им	3; 4; 5; 6; 11
Умения	Анализиране и обобщаване на взаимовръзката между структурни и функционални особености на организмите	7; 8 9; 10
	Приложение на научните знания за обяснение и аргументиране на явления и ситуации в ежедневието	12, 15
Отношение	Критична оценка на влиянието на съвременните технологии за човек	13, 14

За поддръждане нивото на научни концепти, установени в изследването, се приема петстепенна скала, определена от процента респонденти, посочили правилен отговор при съответния измерител: ниско ниво (0 – 49%); задоволително ниво (50 – 64%); добро ниво (65 – 79%); много добро ниво (80 – 89%) и високо ниво (90 – 100%).

За да се отговори на изследователските въпроси, данните от анкетното проучване са подложени на качествен и количествен анализ чрез процентно разпределение на отговорите, идентифициране на най-често срещаните концептуални грешки и области на неувереност. Статистическият анализ е проведен в две направления: по отношение на всяко твърдение поотделно и по отношение критериите на изследването.

Резултати и обсъждане

Участието в проучването е доброволно и анонимно. Основна характеристика на респондентите е специалността, в която се обучават. Най-голям дял имат студентите, обучаващи се в специалност „Предучилищна и начална училищна педагогика“ – 115, т.е. 42,1%, следвани от студентите в специалност „Социална педагогика“ – 64, т.е. 23,4%, „Начална училищна педагогика с чужд език“ – 57, т.е. 20,9%, и „Специална педагогика“ – 37, т.е. 13,6%.

Проучването не търси пола, възрастова или друг вид идентификация на респондентите, а е насочено единствено към установяване знанията, областите на неувереност, както и честите им концептуални заблуди в контекста на природонаучната им грамотност. Използваният въпросник изисква отговор „Да“, „Не съм уверен“ или „Не“ за всяко от 15-те базови научни твърдения.

Анализът на отговорите на респондентите по всяко от 15-те твърдения в анкетата дава отговори на първите два изследователски въпроса, а именно „Какви концептуални представи притежават студентите по основни природонаучни теми?“ и „До каква степен тези представи са научно коректни и обосновани?“.

Първото твърдение – „Атомът е по-малък от клетката“, е вярно. Атомите са основните градивни единици на веществата, които изграждат клетката. Обикновено един атом е с размери в порядъка на 0,1 нанометра ($0,1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$), докато една клетка може да е с размери 10 – 100 микрометра ($10 \text{ }\mu\text{m} = 1 \times 10^{-5} \text{ m}$), т.е. разлика от порядъка на хиляди пъти. Например атомът на водорода има радиус около 0,05 – 0,1 nm, човешка червена кръвна клетка има диаметър около 7 – 8 μm , а растителните и нервните клетки могат да бъдат още по-големи, т.е. клетката е около 100 000 пъти по-голяма от атома. Отношението в размерите „клетка – атом“ може да бъде сравнено с боровинка върху футболен стадион.

Компетентности относно клетъчния строеж на организмите са заложени като очаквани резултати от обучението по човекът и природата в 5. клас и развитието им продължава по биология и здравно образование в прогимназиалния и гимназиалния етап на обучение⁴.

Високият процент (84,6%) правилни отговори на респондентите показва много добро ниво на разбиране на базови научни понятия и е положителен индикатор за природонаучната грамотност на участниците, бъдещи учители. Малка част от респондентите (5,5%) мислят, че атомът не е по-малък от клетката, което е категорично невярно. Малко по-голям от тях дял респонденти (9,9%) са несигурни във верността на твърдението, което показва колебание в знанията, свързани с базови научни понятия. Взети заедно, двете групи представляват съществен процент (15,4%), което показва необходимостта от повишаване ефективността на обучението на студентите относно базови научни понятия.

Второто твърдение във въпросника – „Слънцето е център на Вселената“, е невярно. Слънцето е център само на Слънчевата система. То е една от около стотте милиарда звезди в галактиката Млечен път, която сама по себе си е част от още по-огромната Вселена. Учениците усвояват компетентности относно Слънчевата система в обучението човекът и природата в 4. клас⁴, които развиват в прогимназиален и гимназиален етап.

Относно това твърдение най-голям дял (67%) имат респондентите, които правилно го посочват като невярно. Това показва добро ниво на базисни астрономически познания у студентите. Значителен дял (28,6%) имат респондентите, дали грешен отговор. Те считат, че Слънцето е център на Вселената, което е показателно за концептуална неяснота и повърхностното им разбиране на астрономическите модели. Малка част от респондентите (4,4%) са неувверени.

Анализът на отговорите и по това твърдение утвърждава необходимостта от допълнително обучение на студентите за изясняване на базови астрономични понятия като Слънце, Слънчева система, Галактика, Вселена.

Третото твърдение във въпросника – „Хората от различни раси принадлежат към различни биологични видове“, както и предходното, е невярно. Всички хора, независимо от раса, етнос или националност, принадлежат към един и същ биологичен вид – *Homo sapiens recens* (съвременен разумен човек). Безспорното доказателство за това е, че хора от различни раси създават плодовито потомство. Проектът за човешкия геном на Националния институт за изследване на човешкия геном (NHGRI) на САЩ, стартирал през октомври 1990 г. и завършен през април 2003 г., показва, че „Всички човешки същества са 99,9% идентични по отношение на генетичния си състав“⁵.

Най-голям дял (84,9%) имат респондентите, правилно посочили твърдението като грешно. Това е показателно за много доброто ниво на разбирането им на биологичната еволюция и човешкото равенство. 10,3% от респондентите считат твърдението за вярно, а 4,8% от тях се колебаят.

Причината за грешен отговор или колебание може да е недостатъчно знания за биологичното понятие „вид“. Възможно е и влияние на остарели схващания, социални предразсъдъци. Макар че преобладаващата част от студентите показват правилно разбиране на биологичното понятие за човешки вид, съществуването на погрешни и колебливи отговори показва нуждата от обучение, акцентиращо върху социалните аспекти на науката, критичното мислене и оборващо псевдонаучни митове. В особена степен това е важно за студентите, бъдещи педагози, които ще бъдат отговорни за формиране на природонаучната грамотност у учениците.

Четвъртото твърдение – „В цвета се образуват половите клетки“, е вярно. Цветът е репродуктивен орган в покритосеменните растения. В него са разположени мъжките и женските размножителни органи (тичинки и плодник), в които се образуват половите клетки.

Макар че повече от половината студенти (59,7%) демонстрират правилно разбиране за ролята на цвета в образуването на полови клетки, същественият процент грешни (11%) и високият процент на неувереност (23,9%) показват задоволително ниво на концепт, който би трябвало да е изяснен в основното образование⁴, и подчертават нуждата от по-целенасочено и визуално подкрепено обучение относно репродуктивните процеси в растенията. Това е особено важно за бъдещи учители, които ще трябва да предават тези знания ясно и научно вярно на ученици.

Петото твърдение във въпросника – „Растенията чрез корените си приемат хранителни вещества от почвата“, е невярно. Растенията приемат чрез корените си вода и разтворените минерални, т.е. неорганични вещества, благодарение на които през фотосинтезата си изграждат необходимите им органични, т.е. хранителни вещества.

Най-голям дял (83,2%) имат респондентите, неправилно посочили твърдението като вярно. Обяснение за това може да се потърсят в две основни насоки. Една от причините за неправилното отбелязване на твърдението като вярно е възможно объркване на понятията „хранителни“ и „минерални“ вещества. Това показва, че у студентите е необходимо да се развиват умения за повишаване на вниманието и концентрацията им. Възможно е и неправилното отбелязване на твърдението да се дължи на концептуална заблуда сред респондентите.

Едва 12% от респондентите правилно идентифицират твърдението като грешно. И само 4,8% са неуверените. Ниското ниво респонденти, отбелязали неувереност, е показателно за увереността сред повече от 95% от респондентите в знанията им относно посоченото твърдение. Но за съжаление, при по-голямата част респонденти тази увереност не е основана на научни знания, и е показателна за ниското ниво на изградения концепт и необходимостта от развиване природонаучната грамотност на студентите, бъдещи педагози.

Анализът на резултатите относно това твърдение ясно показва нуждата от допълнително затвърждаване на основни биологични понятия у студентите. Знанията за храненето на растенията чрез процеса фотосинтеза са основополагащи биологични знания. Усвояването им е от особено значение за развиване професионалните компетентности на студентите, бъдещи педагози.

Шестото твърдение във въпросника – „Папратите не цъфтят“, е вярно. То отново е свързано с базови биологични знания, че папратите се отнасят към групата на споровите растения, които не образуват цветове или семена. Размножаването при тях се осъществява чрез спори, образувачи се в спорангии, обикновено разположени по долната повърхност на листата.

По-голяма част от анкетираните студенти (37% са посочили, че твърдението е вярно, и 17,2% са неуверени) не знаят или не са сигурни, че папратите не цъфтят – факт, фундаментален в ботаниката. По-малко от половината (45,8%) респонденти са посочили правилно, че твърдението е вярно, което е ниско ниво за базово биологично знание, особено важно за студенти – бъдещи педагози.

Анализът на отговорите показва необходимостта от повишаване компетентностите на студентите относно класификацията и таксономичните характеристики на различните групи растения.

Следващото твърдение, № 7 – „Листата на иглолистните растения не окапват и те са вечнозелени“, е невярно. Но анализът показва, че не е напълно коректно във формулировката си, защото е основано на две отделни съждения – „Листата на иглолистните растения не окапват“ и „Иглолистните растения са вечнозелени“. Това твърдение е свързано с уменията на студентите за анализ на научна информация и цели да установи степента на научни знания и концептуалните заблуди. То подчертава значението на задълбоченото биологич-

но познание. Широко разпространена е концептуалната заблуда, че листата на иглолистните растения не окапват. Вярно е, че болшинството иглолистни растения са вечнозелени, като бор, ела, смърч, но листата/игличките им окапват постепенно (през 2 – 7 години), просто не едновременно, и не сезонно както е при широколистните видове. Има и изключения: листвениците са листопадни иглолистни дървета от семейство Борови, които в България се срещат като декоративен вид. През есента листата им пожълтяват и окапват, а през пролетта дървото отново се разлиства.

Малко повече от половината (52%) респонденти правилно отбелязват твърдението като грешно, т.е. се установява задоволително ниво на концепта. Значителен (37,7%) е и дялът на респондентите, които убедено са го посочили като вярно. Този голям дял респонденти, убедително посочили твърдението като вярно, може да се дължи на концептуалната заблуда, че листата на иглолистните растения не окапват, или на невнимателния прочит на твърдението и акцент върху втората му част. 10,3% от респондентите посочват, че не са уверени.

Студентите трябва да развиват способност за концентрация и обобщаване с научна аргументация, като се запознават и с естествените изключения от биологичните правила. Такива въпроси стимулират рефлексия и критично мислене – важни елементи на природонаучната грамотност на бъдещите учители.

Осмото твърдение във въпросника – „Растенията се хранят само на светло“, е вярно с оглед необходимостта им от светлина за протичането на процеса фотосинтеза. Още в начален етап на обучението по човекът и природата се формират компетентности относно веществата, в т.ч. и светлината, необходими на растенията, за да си изработват хранителните вещества, и свързват храненето на растенията с процеса фотосинтеза.

Повече от половината респонденти (54,6%) неправилно отбелязват твърдението като грешно. Макар и в гимназиален етап на средното образование учениците да изучават биохимичните процеси и тъмнинната фаза за фотосинтезата (цикъл на Калвин)⁴, вероятността поради това да са отбелязали твърдението като грешно, е много малка. Още повече че етимологията на понятието „фотосинтеза“ показва „изграждане чрез светлина“. Едва 35,5% респонденти правилно посочват твърдението като вярно, а 9,9% са неуверени. Анализът на резултатите по този измерител показват слабо ниво на изграждане на концепта у респондентите.

Малкият дял респонденти, идентифицирали правилно твърдението като вярно, и големият дял респонденти, убедено посочили го като грешно, са показателни за ниската степен на базови научни компетентности у студентите, свързани с жизнените процеси и физиологията на растенията. Те са особено необходими на студентите бъдещи педагози и са основополагащи за научната им грамотност.

Твърдение № 9 – „Гръбначните животни дишат с бял дроб“, е невярно, защото рибите са гръбначни животни, които дишат с хриле. Това твърдение позволява да се провери задълбочеността на биологичните познания, свързани с анатомия и физиология на животните, както и уменията за обобщаване въз основа на научни данни.

И тук, както в предходното твърдение, преобладават респондентите (54,9%), посочили неправилно верността на твърдението. Те считат, че всички гръбначни животни дишат с бял дроб, без да отчитат хрилете като дихателни органи на рибите. Една от причините за неправилното отбелязване е прибързан и недостатъчно обмислен отговор. Но е възможно и неправилното отбелязване на твърдението да се дължи на концептуална заблуда сред респондентите. 38,5% от респондентите правилно идентифицират твърдението като грешно и показва слабо ниво на концепта. 9,9% респонденти са неуверени в компетентностите си за идентифициране на твърдението.

Анализът на резултатите показва необходимостта от развиване на умения за повишаване вниманието и концентрацията на студентите. Необходима е и целенасочена работа за повишаване на основните биологични знания у студентите.

Твърдение № 10 – „Животните се хранят самостоятелно“, е грешно. Животните се хранят самостоятелно, но несамостоятелно, защото приемат готови хранителни вещества. Тук се установява нивото на биологични компетентности, свързани с разбирането на основните жизнени процеси при животните.

Малко над половината респонденти (59%) правилно идентифицират твърдението като невярно, което показва задоволително ниво на изградения концепт у респондентите. Почти една трета от респондентите го идентифицират неправилно като вярно (33,3%). Причините за това може да се търсят в неправилно усвоени основни биологични понятия или ниско ниво на компетентности относно физиологията на животните. Немалка част са неуверени във верността му (7,7%).

Анализът потвърждава необходимостта от целенасочена работа за усвояване на научните термини и повишаване на основните биологични знания у студентите.

И следващото твърдение, № 11 – „Пепелянката няма кости“, е невярно. Пепелянката (*Vipera ammodytes*), като представител на клас Влечуги, е гръбначно животно с вътрешен скелет, изграден от кости. Твърдението цели да установи степента на научни знания, уменията за анализ и нивото на концептуални заблуди сред студентите. То подчертава значението на задълбоченото биологично познание. Широко разпространена е концептуалната заблуда, че змиите нямат кости. Причини за това са техният външен вид и движението им. С липсата на крайници и плавните, гъвкави движения наподобяват червеи, които действително нямат кости.

Малко повече от половината респонденти (50,5%) отговарят правилно, като идентифицират твърдението като невярно, и се установява задоволително ниво на изградения концепт. Значителен дял (26,4%) респонденти неправилно, но убедено посочват твърдението като вярно. Висок (23,1%) дял респонденти показват неувереност в компетентностите си за идентифициране на твърдението като грешно, което сочи към митологизиране или липса на ясна представа за анатомията на влечугите. Двете групи – на респондентите, показващи неувереност в компетентността си и посочилите неправилно, че твърдението е вярно, са почти половината.

Анализът показва, че влиянието на концептуални заблуди сред респондентите е значително. И отново се потвърждава необходимостта от целенасочена работа за повишаване основните биологични знания у студентите, бъдещи педагози.

Твърдение № 12 – „Човек използва генномодифицирани организми“, е вярно. Генномодифицираните организми (ГМО) се прилагат в различни аспекти от ежедневието на човека – хранително-вкусова промишленост, медицина, земеделие, фармация.

Това твърдение в най-висока степен създава неувереност у респондентите. Почти една трета от тях (31,1%) се колебаят във верността му. Освен в ниското ниво на компетентност причина за колебанието може да се потърси и в начина на формулиране на твърдението. По-често се употребява аббревиатурата ГМО вместо пълното наименование „генномодифицирани организми“. Например на страницата на Министерството на околната среда и водите, в раздел „ГМО“, „Регистри ГМО“, „Обща информация за ГМО“, в брошура на Националния център по обществено здраве и анализи (НЦОЗА) се изяснява „Какво означава ГМО?“, „Какво може да бъде ГМО?“, „Къде намират приложение ГМО?“, „Какъв може да бъде крайният продукт, съдържащ ГМО?“⁶. Голяма част от респондентите (61,6) са запознати с използването на ГМО от човека и правилно идентифицират твърдението като вярно, което показва задоволително ниво на концепта у респондентите. Много малък дял респонденти убедено, но неправилно посочват твърдението като невярно (7,3%).

Значителният дял на колебаещи се респонденти относно верността на твърдението показва, че студентите бъдещи учители се нуждаят от по-задълбочени знания, свързани с приложение на съвременните технологии в човешкото ежедневие, за да формират обективно мнение и да ползват научно коректна информация в бъдещата си педагогическа практика. Анализът и по отношение отговорите на това твърдение потвърждава нуждата от целенасочено образование, което да развива критично мислене и природонаучна грамотност у студентите.

Твърдение № 13 – „Антибиотиците са ефективни както срещу бактерии, така и срещу вируси“, е невярно. Антибиотиците инхибират растежа на бак-

терии, но не действат срещу вируси, каквито са причиняващите значими заболявания като грип, настинка, COVID-19 и др. Освен че употребата им при вирусни инфекции е неефективна, тя е и опасна, защото може да доведе до антибиотична резистентност – един от най-острите глобални здравни проблеми.

Отговорите на този въпрос разкриват ниско ниво на концепта и значим дефицит в здравния аспект на природонаучната грамотност. Най-висок дял (53,8%) имат респондентите, които неправилно считат твърдението за вярно. 39,6% са респондентите правилно идентифициращи твърдението като невярно. Малък дял респонденти (6,6%) се колебаят.

Високият процент неправилни отговори и по отношение на това твърдение отново потвърждава необходимостта от целенасочено здравно образование сред бъдещите учители, които в педагогическата си практика ще моделират разбирането и поведението на учениците относно обществено значими здравни теми.

Твърдение №14 – „Ваксинирането носи повече рискове за организма, отколкото ползи“, също е невярно. Темата за ваксините е не само научно, но и социално значима. Научният консенсус, базиран на мащабни научни изследвания, е ясен: ваксините са безопасни и носят много повече ползи, отколкото рискове. Ваксините са сред най-ефективните инструменти за предотвратяване на инфекциозни заболявания, усложнения и смъртност. Световната здравна организация обобщава, че „Ваксинацията е един от най-добрите начини за предотвратяване на заболявания. През последните 50 години основните ваксини са спасили най-малко 154 милиона живота. През същия период ваксинацията е намалила смъртността на кърмачетата с 40%“. Нежеланите реакции са редки, предвидими и в повечето случаи леки, докато липсата на имунизация може да доведе до тежки усложнения или епидемии. Ваксинирането е една от най-ефективните форми на профилактика срещу инфекциозни заболявания.⁷

69,2% от респондентите правилно са идентифицирали твърдението като невярно – показател за добро ниво на концепта и основно разбиране за ролята на ваксините. Сравнително висок (15,8%) е дялът на респондентите, които са убедени, че рисковете при ваксиниране са по-големи от ползите. Тази група може да бъде отнесена към т.нар. „антиваксъри“. Висок е и процентът (15%) на респонденти, показали неувереност.

Анализът показва, че преобладават респонденти, които правилно разбират ползите от ваксинирането. Но се отчита и тревожно висок дял респонденти, неразбиращи здравните и социалните ползи от отказа от ваксиниране. Причина за това може да е ниското ниво на биологични знания, както и вярата в псевдонаучни твърдения, засилващото се „антиваксърство“. В българското общество, особено заради ковид-пандемията, се наблюдава засилване на отказа от ваксиниране, основано на страх, дезинформация или недоверие към медицинските органи, въпреки научните доказателства за ползите и необхо-

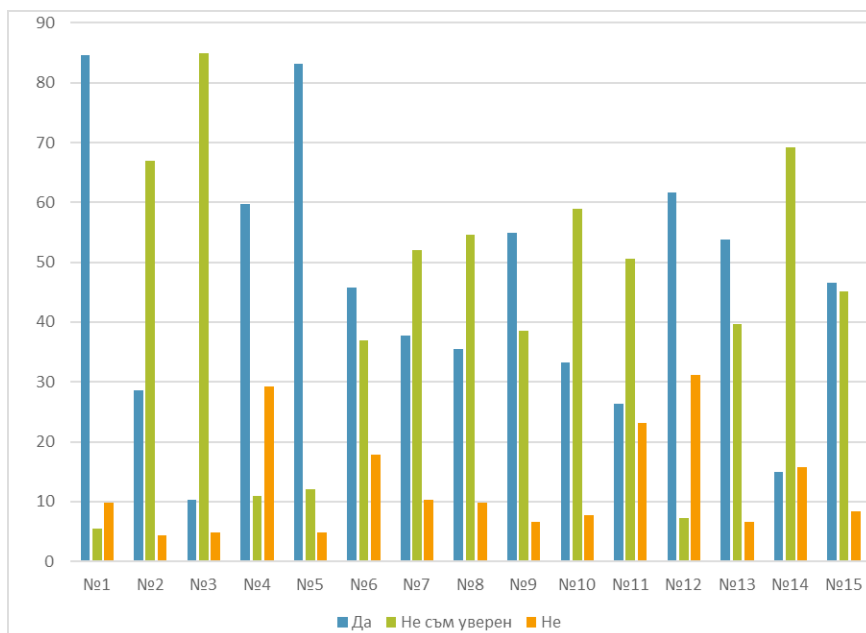
димостта от ваксиниране. За бъдещи учители, които ще формират нагласите у учениците, отчасти ще влияят и върху нагласите на родителите, това е доста тревожен факт. Подобни резултати насочват към потенциален риск от възпроизвеждане на псевдонаучни твърдения в класната стая, мултиплицирани в обществото, и силно подчертават нуждата от повишаване здравните компетентности на студентите, бъдещи педагози.

Последното твърдение № 15 – „Дете, родено чрез донорска яйцеклетка, не носи генетичните белези на майката“, е вярно. То е насочено към проверка на генетичните познания у студентите, както и уменията им за критично мислене, за идентифициране на научно верни и същевременно социално значими теми. Донорските яйцеклетки все по-често дават възможност на жени, които нямат възможност да забременеят със собствена яйцеклетка, да изнесат и родят дете. Така при използването на донорска яйцеклетка, детето наследява генетичната информация от жената донор, а не от жената, която износва бременността.

Данните показват ниско ниво на концепта – макар и с много малко, но преобладават респондентите (47%), които погрешно вярват, че генетичните белези идват от жената, която износва бебето, и 46,5% от респондентите, които имат вярна представа и идентифицират правилно твърдението. 6,5% от респондентите са неуверени, нормално ниво за чувствителна и по-малко дискутирана тема.

Теми, свързани с репродуктивни технологии, генетика и етика, не са широко застъпени в общообразователната подготовка в училищното обучение. Липсата на яснота тук е сериозна, особено ако бъдещите учители ще преподават по теми, свързани с репродуктивно здраве, семейство.

При обобщаване отговорите по всички твърдения се установява, че при една трета от твърденията (въпроси №№ 5; 6; 8; 9; 13 и 15) са дадени под 50% правилни отговори, което показва ниско ниво на концептите по тези измерители/твърдения. А при още три твърдения (въпрос № 7 – 52%; № 11 – 50,2%; въпрос № 10 – 59%) правилните отговори са под 65%. Така при 60% от измерителите се установяват под 65% правилни отговори (фигура 1).



Фигура 1. Обобщено представяне на отговорите по измерителите

Качественият анализ на резултатите дава основание да се обобщи, че най-висока степен на концептуална яснота у студентите – добро ниво, се установява по отношение на критерия „Знания“. Показателни в тази насока са твърденията „Атомът е по-малък от клетката“, което голяма част от тях правилно идентифицират като вярно, и идентифицирането като грешно на твърдението „Хората от различни раси принадлежат към различни биологични видове“. Правилните разбирания на студентите относно организацията на материята са положителен индикатор, че те осмислят базови научни понятия. Разбирането, че хората принадлежат към един и същ биологичен вид, независимо от расовите признаци, освен за разбиране на научни понятия е показател и за висока степен на критично мислене у голяма част от студентите, необходимо за справяне със социално значими псевдонаучни теми, каквато е расовата дискриминация. Доброто разбиране на научни понятия и критично мислене са важни характеристики на природонаучната грамотност.

Установеното в най-висока степен колебание (у почти една трета от респондентите) по темите „Човек използва генномодифицирани организми“ и „В цвета се образуват половите клетки“ е показателно за неувереността на студентите в биологичните им знания и информираността им по теми, свързани с приложението на съвременните биотехнологии в ежедневието на човека.

Уменията за приложение на знания в ежедневието са ключови характеристики на природонаучната грамотност. От друга страна, метакогнитивната преценка (увереност) е полезен показател за саморегулация на ученето. Колебанието, което се установява и показва осъзната неувереност, е важен етап, стимул за промяна на концептите.

Концептуалните заблуди оказват най-силно влияние по отношение на грешните твърдения „Растенията чрез корените си приемат хранителни вещества от почвата“, „Гръбначните животни дишат с бял дроб“ и „Антибиотиците са ефективни както срещу бактерии, така и срещу вируси“, които повече от половината студенти неправилно идентифицират като верни.

Анализът по критериите и показателите на изследването, описани в таблица 1, показва значителни различия в степента на научни концепти. По отношение критерия „Знания“ резултатите показват много добра „Осмиленост на равнищата на организация на материята“, познаване равнищата на организация на материята чрез правилно идентифицираното от над 80% от студентите твърдение „Атомът е по-малък от клетката“. Също толкова висок процент на правилни отговори се отчитат и относно твърдението „Хората от различни раси принадлежат към различни биологични видове“, което е коректно отхвърлено като невярно, свидетелствайки за добра биологична култура. По отношение на показателя „Разбиране на морфологичните и анатомични признаци на организмите като основа за класификацията им“ се установява задоволително ниво на изградени концепти, тъй като малко повече от половината студенти знаят, че в „Цвета се образуват половите клетки“ и че пепелянката има кости. Висок дял студенти считат, че „Растенията чрез корените си приемат хранителни вещества от почвата“. По-малко от две трети от студентите знаят, че Слънцето не е център на Вселената, и идентифицират като вярно „Слънцето е център на Вселената“, което показва задоволително ниво на „осмиленост на йерархията и мащабите на небесните тела“.

По отношение критерия „Умения“, показател „Анализиране и обобщаване на взаимовръзката между структурни и функционални особености на организмите“, се установява задоволително ниво на изградени концепти. Повече от половината студенти грешно обобщават, че „Гръбначните животни дишат с бял дроб“. Почти същия дял имат и студентите, които неправилно анализират информацията за процеса фотосинтеза и отбелязват като грешно твърдението, че „Растенията се хранят само на светло“. Отново само малко над половината студенти правилно анализират и обобщават, че твърденията „Животните се хранят самостоятелно“ и „Листата на иглолистните растения не окапват и те са вечнозелени“ са грешни.

По отношение на показател „Приложение на научните знания за обяснение и аргументиране на явления и ситуации в ежедневието“ отново се установява задоволително ниво на концепти, свързани с неувереност у студентите по

теми, свързани с приложение на новите технологии в човешкото ежедневие. Най-голям дял, над една трета от студентите са неувверени вярно ли е, че „Човек използва генномодифицирани организми“. Около половината студенти не разбират, че „Дете, родено от донорска яйцеклетка не носи генетичните белези на майката“. Установява се ограничено познаване на актуални научни процеси и неуввереност при анализа на чувствителни за обществото теми.

Относно критерий „Отношения“ и показател „Критична оценка на влиянието на съвременните технологии за човек“ резултатите разкриват затруднения у студентите за оценка и разграничаване на научно обосновани твърдения от популярни митове и заблуди чрез високия дял студенти, приемащи за вярно, че „Антибиотиците са ефективни както срещу бактерии, така и срещу вируси“. По-малко от две трети от студентите осъзнават ползите от ваксинирането и правилно отхвърлят верността на твърдението „Ваксинирането носи повече рискове за организма, отколкото ползи“. Установява се, че способността за оценка на достоверността на научна информация в здравен контекст е сравнително ниска.

Изводи и обобщения

Резултатите показват, че концептуалната яснота у студентите относно изследваните твърдения е неравномерна. Тя е по-висока по отношение усвоени знания, но се отчитат слабости при осмисляне на природни процеси, оценка и приложение на знанията. Научната им грамотност се базира на базови научни знания, но и наивни, научно некоректни представи. Установява се влияние на концептуални заблуди, недостатъчното критично мислене по значими социални теми и липсата на увереност. Тези изводи дават отговор и на третия изследователски въпрос: „До какво ниво на научната грамотност у студентите водят анализите на установените концепти?“, като насочват към добро ниво на научната грамотност и очертават нуждата от нейното развиване в процеса на придобиване на бакалавърска степен. Научно некоректните представи трябва да бъдат осъзнати и заменени с научно верни, което показва необходимост от целенасочени обучителни стратегии за коригиране на концептуалните заблуди у студентите и развиващи научната им грамотност.

БЕЛЕЖКИ

1. Петрова, С. (2023). PISA 2022: Качественото училищно образование и високите образователни постижения все още са далечна цел за България. Available from: <https://s.shopeee.com/YjBz> [Viewed 11.03.2025].
2. PISA 2025 – рамка на изследването по природни науки. Available from: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/bgr_bul/ [Viewed 25.02.2025].

3. Наредба за държавните изисквания за придобиване на професионална квалификация „учител“, В сила от учебната 2017/2018 година, приета с ПМС № 289 от 07.11.2016 г. Available from: <https://lex.bg/bg/laws/ldoc/2136927893>. [Viewed 15.02.2025].
4. Учебни програми, МОН. Available from: <https://www.mon.bg/obshto-obrazovanie/uchebni-planove-i-programi-2/uchebni-programi/> [Viewed 15.02.2025].
5. National Human Genome Research Institute (NHGRI), 2022. Available from: <https://s.shopeee.com/cCUO> [Viewed 25.04.2025].
6. Национален център по обществено здраве и анализи (НЦОЗА). Available from: https://ncpha.government.bg/uploads/pages/3001/%D0%93%D0%9C%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%88%D1%83%D1%80%D0%B0_1corrected.pdf [Viewed 25.04.2025].
7. World Health Organization: Vaccines and immunization: Vaccine safety. Available from: <https://s.shopeee.com/NERg> [Viewed 30.04.2025].

ЛИТЕРАТУРА

- Епитропова, А. (2004). *Активни стратегии в обучението за природата и човека в I – IV клас*. Пловдив: Макрос.
- Мирчева, И. & Джамбазова, Е. (2006). *Докосване до природата*. София: Веда Словена – ЖГ.
- Петрова, В. (2005). *Детските концепти за природата*. Стара Загора: КОТА.
- Тафрова-Григорова, А. (2013) Съвременни тенденции в природонаучното образование на учениците. *Bulgarian Journal of Science & Educational Policy*, 7(1), 121 – 200.
- Altunl-Yalc, S., Acisli, S. & Turgut, Ü. (2011). Determining the levels of pre-service science teachers' scientific literacy and investigating effectuality of the education faculties about developing scientific literacy. *Social and Behavioral Sciences*, (15), 783 – 787. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.03.185.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific Literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein Lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 566 – 585. DOI: 10.1007/s10956-008-9124-4.
- Gormally, C., Brikman, P. & Lutz, M. 2012. Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE Life Sci Educ.*, 11(4), 364 – 377. doi: 10.1187/cbe.12-03-0026.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71 – 94.

REFERENCES

- Altunl-Yalc, S., Acisli, S. & Turgut, Ü., 2011. Determining the levels of pre-service science teachers' scientific literacy and investigating effectuality of the education faculties about developing scientific literacy. *Social and Behavioral Sciences*, (15), 783 – 787 DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.03.185.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific Literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein Lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 566 – 585. DOI: 10.1007/s10956-008-9124-4.
- Gormally, C., Brikman, P. & Lutz, M. (2012). Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE Life Sci Educ.*, 11(4), 364 – 377. doi: 10.1187/cbe.12-03-0026.
- Epitropova, A. (2004). *Aktivni strategii v obuchenieto za prirodata i choveka v I – IV klas*. Plovdiv: Makros.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71 – 94.
- Mircheva, I. & Dzhambazova, E. (2006). *Dokosvane do prirodata*. Sofia: Veda Slovena – ZhG.
- Petrova, V. (2005). *Detskite kontsepti za prirodata*. Stara Zagora: KOTA.
- Tafrova-Grigorova, A. (2013). Savremenni tendentsii v prirodonauchnoto obrazovanie na uchenitsite. *Bulgarian Journal of Science & Educational Policy*, 7(1), 121 – 200.

ANALYSIS OF CONCEPTS SIGNIFICANT FOR THE SCIENTIFIC LITERACY OF FUTURE EDUCATORS

Abstract. The development of scientific literacy is the basis for the prosperity of society and is directly related to the level of scientific literacy of current and future educators. The article presents the results of a survey among students of pedagogical specialties, aimed at analyzing their conceptual views that determine their scientific literacy. The study aims to identify scientific knowledge, conceptual fallacies and the level of confidence through the answers to key scientific statements. It was conducted through a questionnaire survey containing statements on basic scientific concepts that must be identified as true, false or to note uncertainty in the answer. The quantitative and qualitative analysis of the results shows uneven conceptual clarity among students, higher in terms of acquired knowledge, and weaker in understanding, evaluating and applying it. The analysis of the results and the summarized conclusions emphasize the importance of critical thinking as a component of scientific literacy, and outline the need for targeted pedagogical strategies for its development in the preparation of future educators.

Keywords: scientific literacy; professional-pedagogical competencies; survey; students; teachers

✉ **Dr. Stoyanka Todorova, Assist. Prof.**

ORCID iD: 0009-0003-5934-4238

Faculty of Education

Trakia University – Stara Zagora

Stara Zagora, Bulgaria

E-mail: stoyanka.todorova@trakia-uni.bg