

Методологія біологічного експерименту в 9-му класі

Аналіз публікацій у періодичних виданнях з проблеми організації природничого навчального експерименту засвідчив, що вона не залишається осторонь уваги провідних науковців та методистів.

Так, проаналізовані недоліки в проведенні навчального експерименту, подано визначення понять, що стосуються його організації [9], окреслено методичні вимоги до організації дослідів та вказано на неточності, що мають місце в деяких методичних рекомендаціях до проведення загальновідомих найпоширеніших навчальних дослідів з ботаніки [7]. Водночас на сторінках журналу «Біологія і хімія в школі» час від часу обговорюються питання щодо оригінальних та доступних методик біологічного та екологічного експериментування [4, 5, 8, 12].

У даній статті ми зосередимо увагу на *методологічних вимогах* до організації біологічного навчального експерименту. Адже, як побачимо нижче, у методичних рекомендаціях до проведення демонстраційних дослідів у 9-му класі не завжди дотримано методологічні вимоги до біологічного навчального експерименту, а запропоновані методики їх постановки суттєво різняться.

Біологічний експеримент має багато спільних рис із всіма іншими формами експериментального методу, що використовується в різних галузях природознавства. Але він має і ряд специфічних методологічних та методичних характеристик, обумовлених особливостями об'єкту дослідження. Він включає окремі напрямки, види, серед яких можна виділити декілька основних, найбільш характерних, які дозволяють розкрити його специфіку [10]. Серед таких чільне місце займає фізіологічний експеримент.

Фізіологічний експеримент виник у біології на ранніх етапах її розвитку як експериментальної науки, але донині не втратив свого пізнавального значення.

За допомогою фізіологічного експерименту був зроблений ряд відкриттів, що просунули набагато вперед біологічне пізнання (відкриття явища імунітету, вітамінів, фітогормонів, вивчення рефлекторної природи нервової діяльності тощо).

Фізіологічний експеримент бере для дослідження функціональну сторону живих систем, у його межах вивчаються процеси життєдіяльності організмів. Ці процеси фіксуються у самих різноманітних експериментальних умовах, на різних об'єктах, що доступні для спостереження та відтворення.

Специфічними формами фізіологічного експерименту є: метод ізольованих органів та «тканинних культур», тобто вивчення функцій організмів, тканин та клітин поза організмом, у лабораторних умовах, в яких стає можливим підтримувати життя цих ізольованих частин організму; гострий дослід (вивчення певних явищ в момент оперативного втручання в процеси організму); хронічний дослід (вивчення функцій органів на непошкодженому цілісному організмі).

Фролов І.Т. [10] формулює такі *методологічні вимоги* до біологічного експерименту:

1. Активне втручання людини у перебіг біологічних процесів.
2. Цілеспрямованість експериментування.
3. Ізолювання явищ, що вивчаються, від пошкоджуючи впливів, дотримання «чистоти» експерименту.
4. Варіювання умов експерименту, вивчення впливу нових факторів, що ускладнюють або спрощують хід процесу, що вивчається. Створення в експерименті таких умов, які практично неможливо спостерігати в природі. Варіювання умов дає можливість досліднику сформулювати точний висновок про причини явища.

5. Відтворюваність експерименту, можливість багаторазового проведення експерименту, серій експериментів, що виключатимуть випадкові помилки.

6. Можливість прискорення або гальмування процесів, що вивчаються, за рахунок варіювання умов експерименту.

7. Виділення в об'єктах тих частин, які цікавлять дослідника.

8. Можливість контролю та вимірювання процесів та умов їх протікання в експерименті.

Щодо структури експериментального методу, то Фролов І.Т. відмічає такі його *етапи*:

1. Наявність попередніх знань про явище, що вивчається, та умови, в яких воно нормально виникає та функціонує. Фролов І.Т. для обґрунтування цього етапу наводить слова І.П. Павлова: «...У будь-який момент необхідним є відоме загальне уявлення про предмет для того, щоб було на що чіпляти факти, для того, щоб було що передбачати для майбутніх досліджень» [10, С. 126].

2. Побудова гіпотези, логічне і фактичне обґрунтування припущення, наступна розробка ряду наслідків, що впливають із припущення, співставлення їх із даними спостережень.

3. Відбір гіпотез, що носять науковий характер.

4. Програмування досліду або серії дослідів:

- Визначення найбільш цілеспрямованих та доказових умов;
- Визначення характеру варіювання умов з врахуванням особливостей об'єкта експериментування;
- Визначення матеріального інструментарію;

- Складання методики експериментування.

Дещо інша сукупність *вимог до біологічного експерименту* [11] включає:

1. Відтворюваність.
2. Типовість.
3. Дотримання принципу єдиної відмінності.
4. Достовірність по суті.

Як відмічають автори [11], всі ці вимоги можна застосувати до будь-якого виду біологічного експерименту, в тому числі фізіологічного.

Зупинимось на третій та четвертій вимогах. Третю вимогу інакше можна назвати принципом рівності супутніх дослідних умов. Іншими словами, умови, в яких перебувають об'єкти дослідження, повинні відрізнятися за одним показником, а всі інші – бути однаковими для всіх варіантів дослідження.

Під достовірністю дослідження по суті розуміють логічно побудовану схему і методику проведення дослідів, відповідність їх меті, задачам дослідження, обґрунтований вибір об'єкту і умов експериментування.

У статті розглянемо реалізацію описаних вище вимог та етапів на прикладі лабораторної роботи «Втома при статичному та динамічному навантаженні. Вплив ритму і навантаження на розвиток втоми». Вибір саме цієї роботи обумовлений тим, що в різних методичних та навчальних джерелах методика демонстраційного фізіологічного експерименту, що проводиться під час зазначеної роботи, описана по-різному. При цьому, на нашу думку, в окремих випадках **методологічні вимоги** до постановки експерименту не дотримані.

Так, одні автори [6] вказують, що метою роботи є «визначити, при якому навантаженні – статичному чи динамічному – раніше наступає стомлення».

Для цього пропонується виконати два завдання.

Завдання 1. Вимірювання швидкості стомлення при статичному навантаженні.

Учень біля дошки бере в руку гантель масою 3кг (5 кг) і підіймає її у витягнутій руці до горизонтального рівня плечей. Після прийняття такого положення потрібно увімкнути секундомір і позначити горизонтальною смугою рівень, на якому перебуває рука з вагою. Час початку стомлення, коли рука починає опускатися, потрібно зафіксувати на дошці й у зошиті.

Завдання 2. Вимірювання швидкості стомлення при динамічному навантаженні.

Роботу виконують троє учнів. Кожний по черзі під удари метронома згинає руку з вантажем: перший – масою 1 кг, другий – 2 кг, третій – 3 кг. Згинання руки виконується до початку стомлення, яке позначається за відчуттям втоми. Дані заносяться до таблиці:

Навантаження, кг	Кількість рухів	Час початку стомлення,с

Постановка досліду у такому варіанті, на нашу думку, не відповідає наступним вимогам до біологічного експерименту взагалі і фізіологічного експерименту зокрема:

По-перше, не дотримано вимогу єдиної відмінності. У першому завданні в експерименті бере участь один учень, у другому завданні приймають участь троє учнів. Отже, кількість «експериментальних об'єктів» різна, а якщо при цьому (як свідчить досвід практики навчання в школі) у

виконанні завдання №2 не бере участь учень, що виконував завдання №1, то результати обох експериментів взагалі не можна зіставляти, порівнювати між собою. Звичайно, навіть якщо завдання № 2 виконують троє інших учнів, то час виконання ними динамічної роботи буде завжди іншим, більшим, ніж час виконання статичної роботи учнем у першому завданні. Результати дослід у такому виконанні будуть «зовнішньо» правильними: стомлення при динамічній роботі буде наступати пізніше, ніж при статичній. Але по суті експеримент побудований невірно.

По-друге, знову ж таки про вимогу єдиної відмінності. У першому завданні учень працює з вагою 3кг (5 кг), а у другому завданні чомусь пропонується працювати з вагою 1кг, 2 кг, 3 кг. Зрозуміло, що навіть і дослід проводити не потрібно для того, щоб передбачити, що робота з більшою вагою швидше призведе до стомлення, ніж робота з меншою вагою. Якщо ж дослід провести, то результати знову виявляться «зовнішньо правильними» - стомлення при динамічній роботі буде наступати пізніше, ніж при статичній.

По-третє, у досліді не чітко визначено ту ознаку, за виявом якої фіксується час настання втоми. Так, у завданні №1 – це час, коли рука починає опускатися, а у завданні № 2 – час, коли відчувається втома. З такого формулювання видно, у першому завданні час настання втоми фіксується об'єктивно учнями – спостерігачами, а у другому завданні час настання втоми визначається суб'єктивно учнями – виконавцями. Для подолання такого протиріччя завдання №2 слід дещо видозмінити: пропонувати школяру не згинати руку з вантажем, а ритмічно піднімати її до лінії на дошці. Час настання втоми буде фіксуватися об'єктивно учнями – спостерігачами.

Отже, висловлені вище зауваження, на нашу думку, переконують в тому, що послідовність запропонованих дій [6] не сприяє реалізації мети роботи – визначити, при якому навантаженні – статичному чи динамічному –

швидше наступає стомлення. Хоча фактично учні отримують «правильні результати», але у такому варіанті проведення досліду, який був описаний вище, школярі не усвідомлюють найголовнішого – біологічний експеримент повинен відповідати певним вимогам, які дають можливість отримати достовірний результат. А що ж у навчальному біологічному експерименті є основним – отримати так званий правильний результат, чи навчити школярів планувати і проводити експеримент так, щоб результати його були достовірними? Доречним буде навести тезу [3] про те, що на уроці по з'ясуванню роботи м'язів «...переслідується...мета навчити школярів застосовувати принцип єдиної різниці між контролем і дослідом».

Іншими авторами [2] пропонується дослідити швидкість настання втоми при виконанні наступних завдань.

Завдання 1. Перший учень стає біля дошки, бере вантаж, і відводить руку з вантажем убік до рівня грудей. Другий учень крейдою на дошці позначає рівень, до якого перший учень підніс руку з вантажем. Включає секундомір і фіксує час до того моменту, коли рука першого учня з вантажем опуститься донизу. Після цього учні міняються ролями.

Завдання 2. Перший учень знову бере вантаж і ритмічно піднімає та опускає його на висоту позначки, зробленої раніше. Другий учень фіксує час настання втоми. Після цього учні міняються ролями.

Проаналізуємо методику постановки експерименту за запропонованими завданнями.

По-перше, як статичну, так і динамічну роботу виконують ті ж самі учні. Отже, вимога єдиної відмінності дотримана.

По-друге, в експерименті беруть участь два учня, які виконують однакові завдання. Таким чином реалізується вимога відтворюваності, або краще сказати, повторюваності експерименту. Це дає можливість учням переконатися в тому, що отримані результати експериментів є не

випадковими, а такими, що будуть однаковими для будь-якої кількості повторювальностей. Звичайно, до експерименту можна залучити й більшу кількість школярів, але залучення двох учасників є достатнім для того, щоб переконатися, що час настання втоми при статичному навантаженні буде меншим, ніж при динамічному навантаженні.

По-третє, фіксування часу настання втоми в обох завданнях здійснюється учнем – спостерігачем, напарником, що дозволяє об'єктивно фіксувати зміни, що відбуваються з рукою учня-виконавця.

Разом з тим висловимо зауваження, що ознаку, за якою фіксується час настання втоми у змісті завдань сформульовано недостатньо чітко. Так, такою ознакою є не момент, «коли рука першого учня з вантажем опуститься донизу», а той момент, коли рука почне тремтіти, і учень буде докладати зусиль для того, щоб підняти її до попереднього рівня. З цією метою вчителю слід звернути увагу учнів на так звані об'єктивні ознаки втоми [1] – тремтіння руки, почервоніння обличчя, зниження координації рухів.

Для проведення досліду по вивченню швидкості настання втоми при статичному та динамічному навантаженні слід пам'ятати іще про одну особливість, яку можна віднести до вимог єдиної відмінності. Учень, який виконує статичну і динамічну роботу, в обох завданнях повинен працювати однією рукою.

Отже, підсумуємо висловлені вище зауваження:

- У досліді *один і той самий учень* повинен виконувати і статичну, і динамічну роботу;
- Учень повинен працювати *однією* рукою при виконанні статичної та динамічної роботи;
- У досліді повинен використовуватися *вантаж однієї ваги*;

- *Ознаки настання втоми мають фіксуватися об'єктивно учнями – спостерігачами;*

- *Дослід бажано провести у декількох повторювальностях (декількома учнями);*

- *Дослід по вивченню швидкості настання втоми при статичному навантаженні повинен передувати досліді по вивченню часу настання втоми при динамічному навантаженні, щоб переконати учнів у тому, що на швидкість настання втоми при статичній роботі не вплинуло попереднє виконання динамічної роботи.*

- *Між проведенням дослідів учень повинен відпочити.*

Друга частина лабораторної роботи, а саме вивчення впливу ритму і навантаження на розвиток втоми, також має проводитися із дотриманням окреслених вище методологічних вимог. Крім того, проведення експерименту з дослідження впливу ритму і навантаження на розвиток втоми можливе і бажане із застосуванням проблемного підходу. Висвітленню цього питання будуть присвячені наступні статті автора.

Література:

1. Биологический эксперимент в школе: кн. для учителя / [А.В. Бинас, Р.Д. Маш, А.И. Никишов и др.]. – М.: Просвещение, 1990. - 192 с. – (Серия «Библиотека учителя биологии»).

2. Біологія: Підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / [Степанюк А.В., Міщук Н.Й., Гладюк Т.В., Жирська Г.Я., Барна Л.С.]. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. – 288 с.

3. Воронин Л.Г. Методика проведения опытов и наблюдений по анатомии, физиологии и гигиене человека / Воронин Л.Г., Маш Р.Д. – М.: Просвещение, 1983. – 160 с.

4. Грабовий А. Екологічний аспект шкільного хімічного експерименту / Грабовий А. // Біологія і хімія в школі. – 2007. - № 2. – С. 12 – 17.
5. Дабіжук Т. Виявлення шкідливих компонентів тютюнового диму / Дабіжук Т., Паламарчук О. // Біологія і хімія в школі. - 2007. - № 5-6. - С.22 - 29.
6. Котик Т.С. Біологія. 9 клас: Робочий зошит / Т.С. Котик, О.В. Тагліна. – Х.: Ранок, 2009. – 112 с. + Дод. (32 с.)
7. Маркова Н. Досліди з біології, 7 клас / Маркова Наталя // Біологія і хімія в школі. – 2009. - № 1. – С. 27 – 29.
8. Неведомська Є. Дослідження впливу коралової води на ріст і розвиток рослин / Неведомська Євгенія // Біологія і хімія в школі. – 2009. - № 6. – С. 11 - 12.
9. Неведомська Є. Організація навчального експерименту в природничій освіті / Неведомська Євгенія // Біологія і хімія в школі. – 2008. - № 5-6. – С. 10 - 12.
10. Фролов И.Т. Очерки методологии биологического исследования (Система методов биологии) / Иван Тимофеевич Фролов. - М.: Мысль, 1965, 288 с.
11. Шамрай С.М. Біологічні експерименти в школі / С.М. Шамрай, К.М. Задорожний. – Х.: Вид. група «Основа», 2003. – 96 с. - (Серія «Бібліотека журналу «Біологія»; Вип.12).
12. Шмалей С. Дослідження екологічного стану води та ґрунту / Шмалей С., Щербина Т. // Біологія і хімія в школі. – 2003. - № 3. – С. 45-49.

Кандидат педагогічних наук,

доцент кафедри зоології

Криворізького державного

педагогічного університету

Комарова Олена Володимирівна