

ЗАГАЛЬНА БІОЛОГІЯ

УДК 575.858: 595.76

І. В. Лапіга

Національний педагогічний університет
імені М.П. Драгоманова,
вул. Пирогова 9, м. Київ, 01601

ВИВЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ОСНОВ МІКРОЕВОЛЮЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Процес видоутворення, біологічні форми, ізолюючі механізми, динамічна модель

Працями Ч. Дарвіна ще в середині XIX ст. обґрунтовано основні механізми утворення нових видів за принципами монофілії та дивергенції. Згодом вченими-біологами багатьох країн на конкретних прикладах встановлено основні способи видоутворення, серед яких важливого значення надається симпатричному. При такому способі видоутворення форма, яка зароджується в межах популяції, проживає спочатку у спільному ареалі з материнською популяцією, проте з часом, в результаті посиленої конкуренції, відбувається розходження популяцій по різних місцях проживання [1,2].

Цей процес лежить в основі екологічного способу видоутворення. Простежити в загальних рисах механізм екологічного видоутворення можна на прикладі виникнення багатьох видів тварин в озері Байкал [1]. На думку ряду вчених, збільшення чисельності прибережних популяцій сприяло витісненню частини особин в глибші шари, де менше світла, рослин і нижча температура. В цих умовах сповільнився ріст і термін статевого дозрівання особин, відбувалась редукція очей тощо. Різні строки статевого дозрівання виключають можливість схрещування між собою тих організмів, які живуть на поверхні, і тих, що живуть в глибоких шарах водойми. Мутації, добір, репродуктивна ізоляція в решті-решт призводять до формування нових видів.

Зрозуміти глибоко і переконливо механізм екологічного видоутворення допомагають результати досліджень жуків-листоїдів фауни України і Палеарктики в цілому.

Жукам-листоїдам притаманні досить строга прив'язаність до кормових рослин і біотопів, серед них встановлено чимало біологічних форм, які є наочними об'єктами для розкриття механізмів дії екологічного способу видоутворення.

Механізм дії екологічного способу видоутворення і значення ізолюючих механізмів можна простежити на прикладі жуків-листоїдів роду лохмея (*Lochmaea* Ws.), який представлений в Україні трьома видами – глодовим (*L. crataegi* L.), вересовим (*L. suturalis* L.) і вербовим (*L. carpeae* L.) [3].

Особини вересової і вербової популяцій надто схожі між собою за будовою тіла жуків і личинок, проте перші оселяються, як правило, в негустих соснових лісах, в заростях вереса звичайного (*Columna vulgaris* Hill.), який служить кормовою рослиною жукам і личинкам. Спеціальними дослідженнями І.В. Кожанчикова (1946) для особин вересової форми листоїда було підтверджено видову самостійність за назвою *Lochmaea suturalis* Thoms.

Значення ізолюючих механізмів в процесі видоутворення можна продемонструвати на прикладі виду лохмея вербова (*L. sargae* L.), який існує в природі у двох формах – вербовій і березовій [3]. Зовнішній вигляд жука лохмеї вербової показано на рис.1.

За будовою тіла дорослої і преімагінальних фаз вони майже не відрізняються, лише деякі відмінності між ними виявлено в структурі яєць і хетотаксії дорослих личинок. Незважаючи на те, що згадані форми листоїдів належать до одного виду, екологічно вони чітко розмежовані місцезнаходженням у природі, зв'язками з кормовими рослинами, термічним режимом під час розвитку тощо. В перехресне парування вони вступають лише в 20% випадків.

Для жуків вербової форми типовими є вербові, зволожені, або заболочені біотопи, вкриті мохом, або торфовища, на яких зростає верба козяча (*Salix sargae* L.), яка служить їм основною кормовою рослиною.

Жуки березової форми займають березові біотопи, в яких ґрунтовий покрив сухіший, ніж у вербняках, не заболочений, але досить насичений водою. Здебільшого це старе, ущільнене торфовище, поросле густим шаром мохів політріхум і сфагнум. В Україні кормовими рослинами жуків і личинок є берези пухнаста (*Betula pubescens* Ehrh.) і бородавчаста (*Betula verrucosa* Ehrh.) [3].

Як бачимо, на даному етапі існування дві форми вербового листоїда поки що належать до одного виду (існує обмін генетичної інформації між різними популяціями виду), проте вже чітко спостерігається кормова ізоляція, яка, як правило, зумовлює розходження популяцій на значні відстані і тоді в умовах географічної ізоляції перехресне парування особин цих двох форм може зовсім припинитися, при цьому з часом зміни на генетичному рівні в результаті дії еволюційних факторів можуть призвести до появи нового виду.

Лохмея вербова є яскравою ілюстрацією дії механізмів екологічного способу видоутворення, проте це не єдиний приклад. В природі виявлено чимало біологічних форм серед жуків-листоїдів, як докази екологічного способу видоутворення, серед яких привертає увагу вид піргалта вербова (*Pyrrhalta lineola* F.), поширений по всій території України, включаючи Крим і Крпати.

Дослідженнями І.В. Кожанчикова (1958) і В.М. Бровдія (1968) встановлено існування двох біологічних форм цього листоїда – вербової і вільхової. Зовнішній вигляд жука піргалти вербової показано на рис. 2.

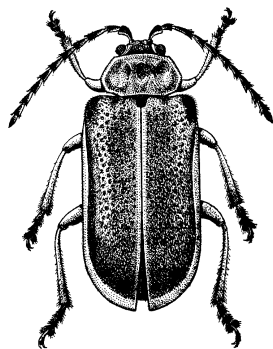


Рис.2. Зовнішній вигляд дорослого жука піргалти лінеоли (*Pyrrhalta lineola* F.) (за В. М. Бровдієм, 1973)

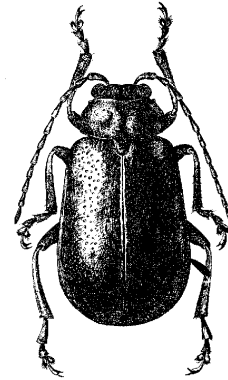


Рис. 1. Зовнішній вигляд дорослого жука лохмеї вербової (*Lochmaea sargae* L.) (за В.М. Бровдієм, 1973)

Особини вербової і вільхової популяцій надто схожі за будовою тіла жуків і личинок, проте вони відрізняються між собою за особливостями екології, кормовими рослинами в природі, обсягом кормових відносин, вибором кормових рослин в досліді, фенологією весняного періоду життя тощо.

Жуки вербової форми особливо щільно селяться поблизу водойм, у заболочених біотопах, здебільшого на вербі чорніючій (*Salix nigricans* Enand.) та розмаринolistій (*S. rosmarinifolia* L.), які служать основними кормовими рослинами жукам та личинкам.

Жуки вільхової форми займають вільхові біотопи, в яких вільха клейка (*Alnus glutinosa* Gaertn.) є для них основною кормовою рослиною.

За спостереженнями І.В. Кожанчикова (1958) і В.М. Бровдія (1968), вербова і вільхова форми жука мають відміни в фенології весняного періоду життя. Зокрема, імаго вільхової форми після виходу із зимових сховищ, спочатку додатково живиться на вербах разом із жуками вербової форми, а через 10-15 днів, з появою молодих листків на вільсі, переселяються на вільху клейку, де живляться і розмножуються. Спільний

вибір верби, як кормової рослини на початковому етапі розвитку жуків, свідчить про відносно недавнє відокремлення популяцій вільхової форми від вербової.

Отже, на даному етапі існування дві форми піргалти вербової поки що належать до одного виду (відсутні відміни у будові тіла жуків і личинок, існує обмін генетичної інформації між різними популяціями виду), проте у них вже чітко спостерігаються екологічна ізоляція, вибір кормових рослин в природі, фенологія весняного періоду життя, які, як правило, зумовлюють розходження популяцій на значні відстані, що може призвести до наступної їх генетичної ізоляції і появи нового виду.

В природі виявлено також біологічні форми серед інших видів жуків-листоїдів, зокрема, *Crysomela lapponica* L. (вербова, березова, розоцвітна), *Galerucella grisea* Joann. (гречана і розоцвітна), *Goniostena pallida* L. (черемхова, вербова і горобинна) тощо [3,4], як докази екологічного способу видоутворення.

Велике розмаїття видових та внутрішньовидових форм виявлено і серед рослин з роду нечуйвітер (*Nieragium*), що зростають в межах спільних ареалів на низинних, гірських, вологих, сухих, піщаних луках, схилах гір і пагорбів, ярів, балок, на узліссях, в лісах і галявинах тощо [5].

В результаті екологічної ізоляції сформувались види фіалок, зокрема, польова, триколірна, пухнаста, болотна, які зростають в різних біотопах.

Наведені фактичні дані свідчать про те, що процес видоутворення в природних умовах є складною динамічною системою. В ній важливого значення набувають ізолюючі механізми, які забезпечують у відокремлених популяціях, чи їх групах, збереження відмінностей в складі генів і хромосом. Цим самим організми поступово втрачають здатність схрещуватися з особинами інших популяцій одного виду і давати плодючих нащадків, що призводить в кінцевому результаті до утворення нового виду [6].

На наш погляд, наведені фактичні матеріали, як доказове унаочнення, доцільно використовувати в навчанні студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів для полегшення розуміння дії механізмів видоутворення.

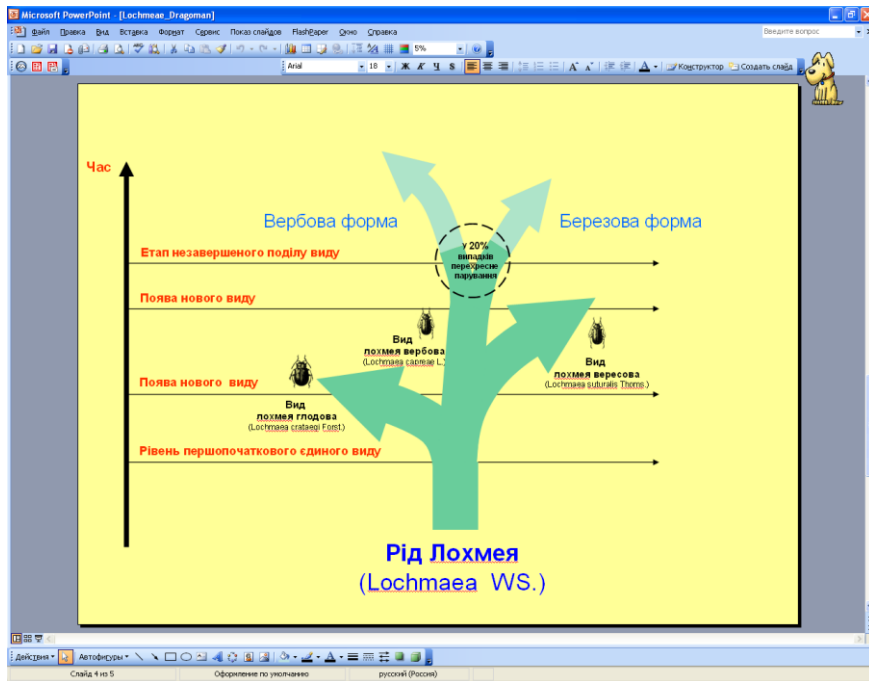
Існуючі комп'ютерні програми створення векторної графіки дозволяють відобразити процес видоутворення і його механізми на динамічній моделі. При цьому, саме завдяки векторним технологіям побудови і подання об'єктів, всі елементи механізму видоутворення, яким притаманний рух, відображаються на моделі динамічно, що значно полегшує засвоєння складного навчального матеріалу студентами.

На кафедрі зоології НПУ імені М.П. Драгоманова, нами створено і експериментально перевірено динамічну модель механізму екологічного способу видоутворення окремих видів жуків-листоїдів, в складі якої фактичні дані процесу видоутворення використано як доказовий наочний матеріал.

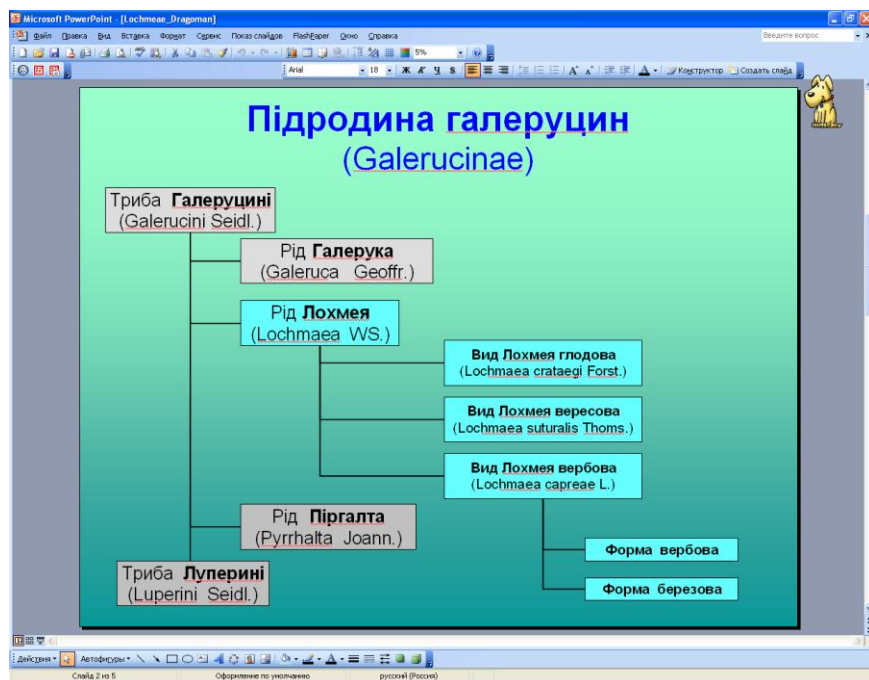
За допомогою відомого програмного продукту Macromedia FlashMX з потужною вбудованою скриптовою мовою ActionScript, що дозволяє програмувати складні анімації, нам вдалося анімувати об'єкти екологічного механізму видоутворення, цим самим зробити наочний матеріал динамічним. Зокрема, статичні таблиці і схеми екологічного способу видоутворення, які традиційно використовуються для унаочнення в навчанні студентів, нами замінені на динамічні моделі, в яких об'єкти процесу видоутворення набули можливості здійснювати рух вздовж прямої лінії або вздовж зазначеної траєкторії з прискоренням або уповільненням. Засобами мови програмування ActionScript розроблено елементи інтерактивності, які забезпечують зручне керування об'єктами динамічної моделі. Вигляд окремих вікон динамічної моделі процесу видоутворення жуків-листоїдів показано на рис 3.

Зміні підлягали такі параметри як яскравість, кольори, прозорість. При цьому, завдяки технології Flash, отримано файли найменшого розміру, що дало змогу завантажувати їх на комп'ютерах низької потужності.

Результати апробації запропонованого динамічного унаочнення процесу видоутворення свідчать про його високу ефективність використання в навчанні студентів вищого навчального закладу мікроеволюції. Зокрема, в контрольних групах, де використано розроблене динамічне унаочнення, показник коефіцієнту (K_{us}) якості засвоєння знань, обчислений за В.П. Беспалько (1989) ($0 < K_{us} < 1$), становить $K=0,80$, а в групах, де не використовувалось динамічне унаочнення - $K=0,70$ (при нормі якості засвоєння знань $K=0,7$).



А



Б

Рис.3. Вигляд програмних вікон динамічної моделі процесу видоутворення на прикладі жуків-листоїдів:
 А – систематичне положення роду лохмея *Lochmaea* WS.
 Б – схема видоутворення жуків-листоїдів роду лохмея *Lochmaea* WS.

Отже, наведений фактичний матеріал процесу видоутворення глибше розкриває значення ізолюючих механізмів екологічного способу видоутворення і є доказовим та переконливим унаочненням для використання в навчанні студентів-біологів. Запропонована комп'ютерна навчальна модель, створена на основі технології FlashMX, є засобом унаочнення який динамічно відтворює дію

складних механізмів процесу видоутворення. Її використання в навчанні студентів педагогічних вузів дозволяє істотно підвищити якість засвоєння знань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бровдій В.М., Ільєнко К.П., Пархоменко О.В. Еволюція організмів: Навчальний посібник. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2006. – 142 с.
2. Назаров В.И. Эволюция не по Дарвину. (Смена эволюционной модели): Навчальний посібник. – М.: КОМКНИГА, 2005. – 520 с.
3. Бровдій В.М. Фауна України. Жуки-листоїди. Галеруцини: Монографія. –Том 19, вип. 17.- К.: Наукова думка, 1973. – 196 с.
4. Бровдій В.М. Фауна України. Жуки-листоїди. Хризомеліни: Монографія. –Том 19, вип. 16.- К.: Наукова думка, 1977. – 385 с.
5. Визначник рослин України / Барбарич А.І., Брадїс Є.М., Вісюліна О.Д. та ін. – К.: Урожай, 1965. – 876 с.
6. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение: Навчальний посібник. – М.: Высшая школа, 1976. – 335 с.

Laryga I.V.

STUDING OF ECOLOGICAL BASIS OF THE MICROEVOLUTION WITH A USAGE OF MODERN INFORMATIVE TECHNOLOGIES

It is possible to understand deeply and convincingly the mechanism of functioning of ecological way of species formation using beetle leaf eaters from (*Lochmaea* WS.) genus as an example.

The computer model of the process of species formation of beetle leaf eaters from (*Lochmaea* WS.) genus has been proposed and reflects the function of it's mechanisms dynamically that considerably makes easier to apprehend learning material by students.

The species of (*Lochmaea* WS.) willow which exists in nature in two biological forms: willow and birch is characterized by distinct expression of stern isolation which as a rule can lead to the appearance of new species conditions of territorial isolation under the effect of evolution factors.

Надійшла 12.12.2007 р.

УДК 371.1

М. М. Сидорович

Херсонський державний університет

ВІДОБРАЖЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ СУЧАСНОГО ПРИРОДОЗНАВСТВА У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЯ

Методологія природознавства, конструювання шкільного курсу біології, генералізація знань, трансформація наукового в навчальне пізнання

У філософській літературі поняття „методологія” визначається як сукупність підходів, способів прийомів та процедур, що застосовуються в процесі наукового пізнання та практичної діяльності для досягнення наперед визначеної мети [17, 374].

Наукове і навчальне пізнання розглядаються спеціалістами як різні форми набуття знань про навколишній світ, але такі, що є досить близькими за методами і способами. Більше того, у педагогічних дослідженнях останнього часу панівною думкою стосовно цих двох форм пізнання є твердження про необхідність певної трансформації наукового пізнання в навчальне з урахуванням