

Вежбе 1-4.

ЖИВОТНА ФОРМА И ЕКОЛОШКА НИША

Екологија = наука о станишту.

Екологија је *економија* природе.

Проучава односе организма (једног), групе или група организама и околне средине (живе и неживе). Односи су трајни, специфични, нераскидиви, веома комплексни и динамични.

Сви чиниоци средине који утичу на живот бића, тј. фактори животне средине или *еколошки фактори*, могу бити подељени на факторе неживе (абиотички) и факторе живе природе (биотички). Овом вештачком поделом нису обухваћени трофички фактори, па постоје и бројне друге поделе.

Еколошки фактори увек делују комплексно, тј. не као појединачни.

Зависно од објекта истраживања, односно од врсте и нивоа односа које анализира, екологија може да истражује природу на три нивоа: идиографском, ценографском и холографском. Сходно овоме развиле су се еколошке дисциплине: аутекологија (=идиоекологија) и синекологија (демекологија, биоценологија, екосистемологија и биосферологија).

Аутекологија (идиоекологија) истражује односе индивидуе и околине. Посматрајући ма који појединачни организам кроз морфологију, физиологију, понашање и др. приметимо његове прилагођености на средину. Повратно, односи између животне средине и организма остављају трагове и на саму средину (дејство је узајамно) и повратно.

Станиште (место боравка, стација) врсте је физичко место где она живи или се обично налази.

Скуп специфичних захтева које врста, тј. индивидуа, има према животној средини, а на које се привикла боравком у њој, је *еколошка ниша*. Другим речима, то је место, функција те индивидуе (врсте) у економији природе. Значи, еколошка ниша није само физичко место боравка, односно, она је знатно шири термин од стације. Свака еколошка ниша (нпр. ниша грабљиваца у једном језеру) може да бити разложена на више мањих, чији «станари» (врсте) не конкуришу једни другима.

Непосредно у вези са еколошком нишом је животна форма.

Животна форма је скуп међусобно усаглашених адаптивних карактеристика одређене врсте, који јој обезбеђује усаглашеност са еколошком нишом. Она је плод еволуције и битна систематска карактеристика сваке врсте. Анализа животне форме омогућује нам да одредимо својства средине у којој врста живи и њену улогу, тј. да одредимо њену еколошку нишу.

У процесу еволутивног мењања врсте најпре се дешавају етолошке, затим физиолошке, па морфолошке, и тек на крају генетичке и репродуктивне промене.

У оквиру једног начина живота (нпр. на песковитој и муљевитој подлози на дну мирних, слатких вода умереног поднебља) има много животних форми и ниша.

Осим тога, током живота исте јединке (поготово ако преживљава метаморфозу) могуће су смене најразличитијих животних форми због мењања еколошких ниша.

Зависно од типа средине у којој врста живи, могућа је подела животиња на одређене типове животних форми. Подела може бити заснивана на типу исхране, начину кретања, типу супстрата...

Практични рад:

Упоредивањем само морфолошког аспекта животне форме **ларви** из пет редова инсеката (Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera и Diptera – fam. Chironomidae) и 12 врста **риба** (*Salmo* sp., *Cobitis aurata*, *Nemacheilus barbatulus*, *Cottus gobio*, *Barbus meridionalis*, *Barbus barbus*, *Perca fluviatilis*, *Esox lucius*, *Lepomis gibbosus*, *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Silurus glanis*), које живе у слатким водама нашег поднебља, и повезивањем својстава, студенти ће долазити до закључака о еколошким нишама ових организама (станишту, типу и начину исхране, начинима кретања, улози у екосистему...).

Осим индивидуалног, до изражаја ће доћи и способност за групни рад и сарадњу.

Шта од особина посматрати?

Општи изглед:

- величину тела (делимо их на крупне, средње и ситне);
- општи облик тела (обратити пажњу на спљоштености, ако их има, хидродинамичност и висину тела, поготово риба, као и однос димензија појединих телесних региона);
- обојеност (ишараност указује на провидну воду и различито обојену подлогу).

По телесним регионима:

- глава – пипци (дужина, оријентација, сврха);
 - очи (положај, крупноћа, видно поље);
 - усни апарат (крупноћа, положај, зуби и бркови код риба,...);
- труп – екстремитети ларви (колико су снажни, дуги, имају ли кукице, трнове, серије длака по ивици, којој би техници кретања одговарали);
 - пераја риба (величина, јачина, распоред, жбице...);
 - крљушти риба (крупноћа);
- абдомен ларви инсеката – има ли церке, ректалне шкрге, шкржне листиће и сл.; и
- реп риба – облик и јачина.

Закључак за сваку посматрану врсту треба да садржи:

- Тип воденог екосистема где врста борави, станиште - на којој дубини, каква је провидност, струјање воде, тип подлоге, има ли воденог биља и којег;
- Тип исхране (предатор или плен и којом техником се храни);
- Начин и брзина кретања.

На крају треба груписати посматране облике по стаништима (дуж тока или у стајаћим водама и по дубини) и по **начину исхране** и повезати их потенцијалним прехранбеним односима.

Вежба 5.

ТЕРМОКЛИНА

Теоријски део вежбе изложити према тексту на стр. 43-44., 118-124. и 377-378. уџбеника ЕКОЛОГИЈА ЖИВОТИЊА, аутора Синеше Станковића (1961. г. или неког поновљеног издања) и 104. страници уџбеника ОСНОВИ ЕКОЛОГИЈЕ, аутора Снежане Пешић (2011).

Практични рад:

Практични део вежбе треба извести имитирањем летњих термичких услова за два језера (плиће и дубље) у умереним географским ширинама.

Плитко језеро је могуће имитирати напуњеним стакленим акваријумом дубине до 25 cm, а страница 25x30 cm. За дубоко може бити искоришћен акваријум дубине преко 30 cm, а страница 15x15 cm, или велика мензура те дубине, а запремине 3 литра. На чеоној страни оба суда напуњена водом, од површине до дна обележити дубине у сантиметрима. Оба „језера“ осветљавати по једном сијалицом од 40W (имитирају сунце), одмакнутом 5 cm од површине воде, по око 30 минута.

Искључити сијалице и почети мерење температуре од површине воде (0 cm) до дна, на сваки cm дубине. Податке уносити у табеле са две колоне (дубина у cm и прочитана температура) и то одвојено за оба „језера“. Према добивеним подацима нацртати график, где се на у-осу наносе дубине, а на x-осу температуре воде, и према добивеним кривим одређују позиције термоклине, епи- и хиполимниона за оба „језера“.

Потврђивање графичког виђења урадити капањем неколико капи мастила у оба језера, при чему треба пропратити дистрибуцију честица мастила кроз слојеве воде и тако физички показати положај добивених термоклина у оба „језера“.

Коментарисати растворљивост гасова у води различите температуре на основу различитог присуства мехурића на зидовима посуда.

Коментар је повезивање разлике у положају термоклине са типом језера, као и корелацијом температуре и распореда планктонског насеља, тј. његовим миграцијама.

Објаснити зимску стратификацију и пролећну и јесењу циркулацију у правим језерима.

Напомена: Приликом мерења температуре треба пазити да мерни врх термометра не додирује зидове посуда, јер тада неће показивати реалну температуру воде.

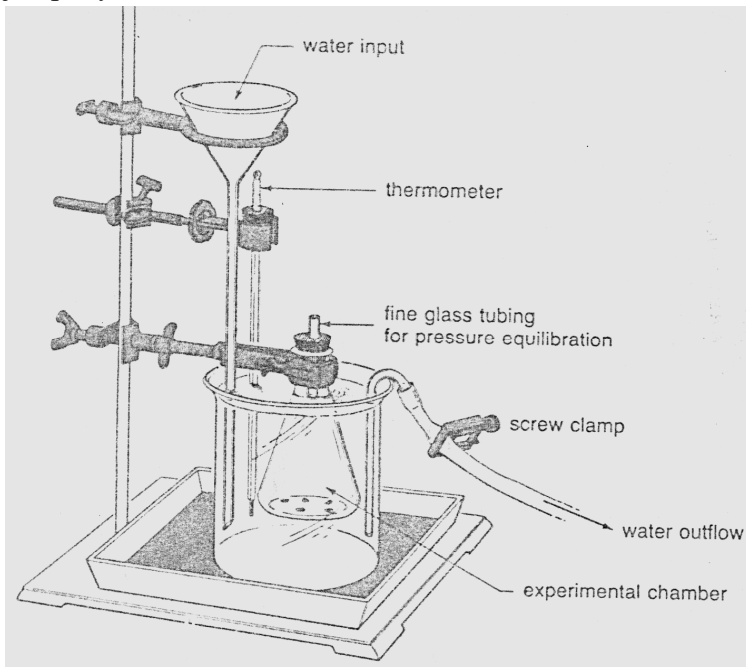
Вежба 6.

УТИЦАЈ ТЕМПЕРАТУРЕ СПОЉАШЊЕ СРЕДИНЕ НА ПОНАШАЊЕ ПОЖИЛОТЕРМА НА ПРИМЕРУ *Drosophila melanogaster*

Експериментални организми су винске мушице (*Drosophila melanogaster*).

Практични рад:

Најпре треба саставити две апаратуре као на слици, за спровођење два дела огледа. У оба дела огледа користити по 10 мушица, смештених у ерленмајер посуду или бочицу са обезбеђеним дотоком ваздуха (бочица је затворена шупљим гуменим чепом, кроз који је провучена стаклена цевчица).



Водити рачуна да грлић бочице буде добро потопљен у велику посуду са водом (приручно водено купатило), а води (као спољашњој средини) ће бити мењана температура. Мерни врх термометра треба да је заронен у воду до дубине на којој је дно бочице са мушицама.

У једном делу експеримента треба постепено повишавати, а у другом снижавати температуру спољашње средине (воде у великој посуди).

Стога се студенти поделе у две екипе и добијају различита задужења. Оба дела огледа теку истовремено, а стартују од температуре чесменске воде. Обично је то 18°C.

Мушице, због аклиматизације, треба оставити изложене овој температури 10 минута. Потом треба оценити њихову активност, и то за сваку јединку посебно. Оцене су: 7 ако лети, 6 - трчи, 5 - брзо хода, 4 - споро хода, 3 - стоји, 2 - изводи некоординисане покрете крилима и екстремитетима, 1 - колапс (извртнута на леђа, мушица мање-више покреће крила и екстремитете) и 0 - непокретно лежи извртнута на леђа. У припремљену табелу убележити ове податке за 18°C:

t°C	Број јединки у датом степену активности							Просечна активност	
	0	1	2	3	4	5	6		7
18									
19									
...									
...									

Обе екипе студената би требало да имају сличне бројеве јединки констатоване у истим степенима активности.

Потом једна екипа прати деловање повишавања, а друга снижавања температуре на понашање винских мушица. Температуру спољашње средине (воде у већој посуди) треба мењати (додавањем све загрејаније воде у једном случају, односно све хладније воде, леда и на крају антифриза држаног у фрижидеру у другом случају) **само за по 1°C** (НИКАКО НЕ СМЕ ДА СЕ МЕЊА ЗА ВИШЕ ОД ЈЕДНОГ СТЕПЕНА, ЈЕР ТО ДЕЛУЈЕ СТРЕСОГЕНО НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ОРГАНИЗМЕ!!!) и то **на по пет минута**. Након подешавања температуре средине доливањем топле/хладне воде, испуштањем вишка воде из „купатила“ (помоћу одливног црева са клемом) и мешањем воде у „купатилу“ да би се изједначила температура у читавој бочици са мушицама), тј. након заустављања живе у термометру на потребној температури, мушице треба оставити **три минута** на тако подешеној температури, а потом, у наредна два, посматрати њихову реакцију и оцењивати активност сваке, па у табелу уписати број јединки оцењених истом оценом активности (*треба пазити да збир буде 10 јединки!*).

Оглед је окончан када су у обе бочице, тј. оба дела експеримента, све мушице непокретне и изврнуте на леђа на дну бочица.

Бочице пажљиво извадити из купатила (*да не уђе вода поред чепа или кроз стаклену цевчицу!*) и оставити по страни, на собној температури.

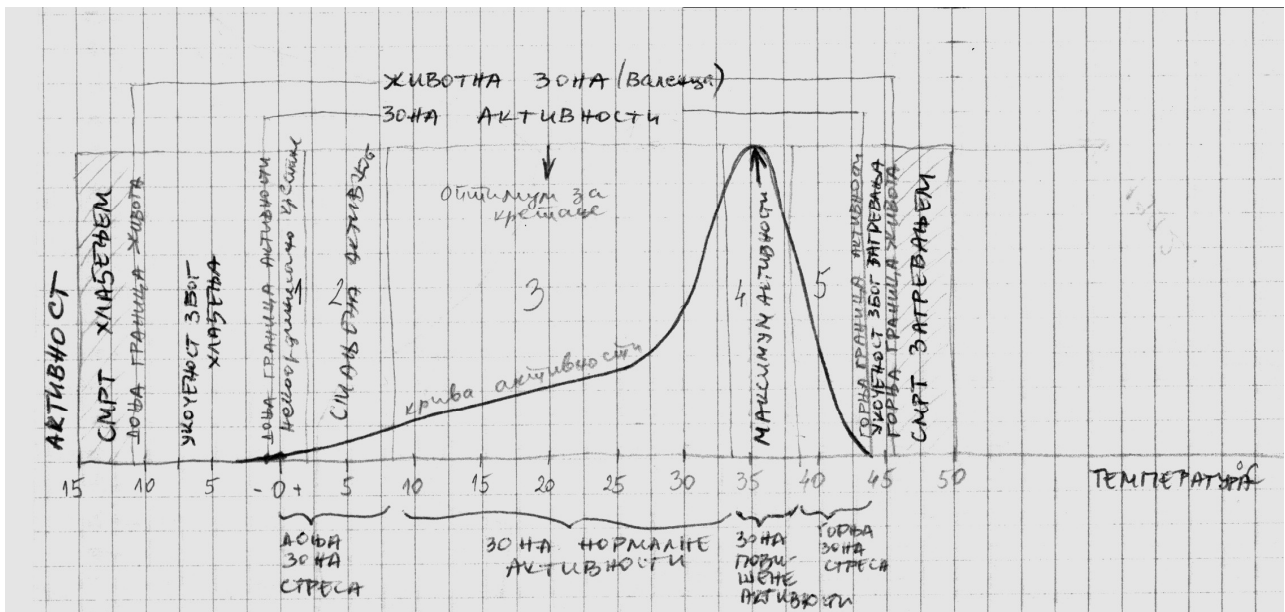
На основу података из радних табела обеју екипа, конструисати заједнички график зависности активности винских мушица од температуре спољашње средине. На у-осу се наноси активност (седам подељака), а на х-осу температура средине. Дијапазон праћених температура је обично од -2°C до +45°C.

Потом треба објаснити добивене резултате тако што треба одредити:

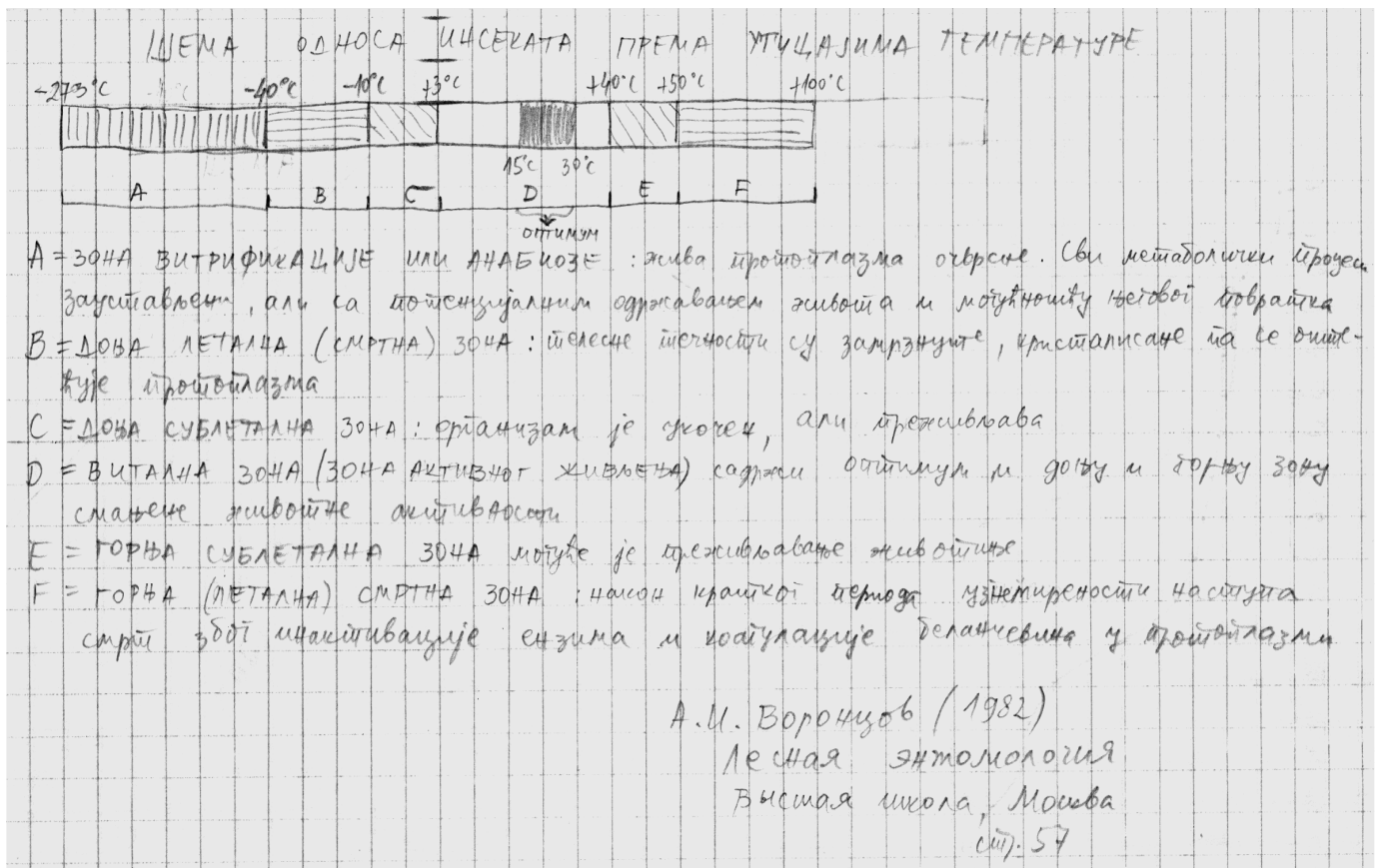
- температуре песимума за кретање, тј. доњу и горњу зону стреса преко -доње и горње границе активности и -смањене активности;
- температуре оптимума за кретање, тј. зону нормалне активности; и
- температуре максималне покретљивости тј. зона (повишене) активности.

У томе је од користи следећи цртеж:

Важно је напоменути да је **укупна температурна валенца (животна зона) шира од зоне активности**, тј. да до вредности температуре на којима наступа смрт винских мушица хлађењем или загревањем има још прилично, али са тим да је та зона у минус-вредности шира него у плус-, односно да смрт загревањем наступа много брже. Потврда ће доћи у виду «оживљавања» привидно мртвих мушица у бочицама.



На крају је могуће уопштити закључке, искористивши општу схему односа инсеката према температури спољашње средине коју је сачинио Воронцов (1982):



Вежба 7.

ЗАВИСНОСТ БРЗИНЕ РЕЗВИЋА ОД ВЕЛИЧИНЕ ЖИВОТНОГ ПРОСТОРА И КОЛИЧИНЕ РАСПОЛОЖИВЕ ХРАНЕ

(Експеримент са ларвама *Tenebrio molitor*)

Еколошки фактори су сва својства спољашње (животне) средине у којој организми живе, а који на њих утичу.

Постоје различите поделе еколошких фактора. *Обновити их!*

Екологија често прибегава једнофакторним експериментима како би утврдила утицај одређеног еколошког фактора. У ту сврху вредност тога фактора се у експерименту мења, док се сви остали одржавају непроменљивима. Међутим, пошто еколошки фактори дејствују комплексно, често се међусобно компензујући, резултати добивени у једнофакторним огледима не могу се узети као априори тачни за природне услове.

У овом експерименту у жижи интересовања ће бити храна / величина животног простора и конкуренција између јединки као еколошки фактори.

Храна или **трофички фактор** представља реквизитни еколошки фактор, тј. ресурс који представља извор енергије и материја потребних за све животне процесе и фазе организама.

Потребе за храном се током живота јединке мењају.

Храна може да утиче на полну структуру популације, њену плодност, здравствено стање, узрасну структуру, хабитус, кондицију и др.

Конкуренција је вид биотичких еколошких фактора. Представља вид односа међу организмима у истој животној средини. Може се развити између припадника различитих, али и исте врсте (у популацији). Испољава се као **супарништво** (конкуренција за исти ограничени ресурс), **антагонизам** (алалопатска инхибиција међу јединкама различитих врста), **агресија** (непосредна директна борба) и **канибализам**.

Експеримент треба да прикаже конкуренцију за животни простор и храну. Експерименталне животиње су ларве *Tenebrio molitor* (тврдокрилца из фам. мрачњака Tenebrionidae), тзв. брашнени црви. Што су ларве развијеније, тј. старијег ступња, то ће краће експеримент да траје. Изузетно је важно да стартне позиције свих јединки коришћених у огледу буду једнаке, тј. да буду изабране ларве једнаке старости, што се закључује на основу њихових телесних димензија (*бирати најкрупније!*) и боје (*добро пигментисане*, јер ако су беле, то значи да су свеже пресвучене и потенцијално могу бити канибалистички угрожене, јер још немају хитинизирани телесни омотач, који би их штитио).

Експеримент је дводелан. Брашно је истовремено и животна средина и храна.

Практични рад:

За први део експеримента је потребно 10 црва и пет епрувета, у кое се постепено од прве ка петој сипа све већа количина брашна, од 1 до 5 cm³. Гледано по јединки, у првој епрувети има 0,5 cm³, у другој 1, трећој 1,5, четвртој 2, а у петој чак 2,5 cm³ брашна, тј. простора и хране на располагању. У сваку епрувету са брашном убацили по пар црва,

додати коцкица свежег кромпира (као извор влаге потребне животињама) и епрувете запушити ватеним тупфером.

За други део експеримента је потребно 30 црва једнаког узраста. Њих треба градијски распоредити у нових пет епрувета, свака са по 3 cm³ брашна, тако да су у првој епрувети две јединке, у другој четири, а у петој 10 (ту по јединки има само 0,3 cm³ брашна, што је пет пута мање него што имају црви у првој епрувети).

Све епрувете су током експеримента у термостату, на температури 25-27°C. Експеримент траје док се у свим епруветама не појави бар један имаго. Зависно од старости стартних ларви читав експеримент може трајати свега три седмице, али и читаво 3-4 месеца.

Очитавање стања по епруветама треба вршити редовно, једном седмично, у исти дан у седмици и сат. При томе се студенти сами организују тако да свако бар по једном буде ангажован. При сваком очитавању у радну табелу треба уносити следеће податке: датум очитавања, број јединки по епруветама и њихово стање и уочене промене активности или изгледа. Прегледање садржаја сваке епрувете почиње скидањем ватеног тупфера. Потом треба из ње у петријевку истрести брашно и јединке, констатовати стање, забележити у табелу, потом у епрувету сипати ново брашно у истој количини као што је било, вратити све живе јединке, убацити коцкицу кромпира (величине око 1 cm³), епрувету опет запушити тупфером и оставити са осталима у термостат.

Напомена: Треба радити веома пажљиво да случајно неспретна манипулација не доведе до оштећења и нежељеног угинућа јединки!!!

Најважније је констатовати појаве *пресвлачења* (на основу нађених „кошуљица“) и *угинућа*. Пресвлачења могу бити при преласку из једног у следећи ларвени стадијум (уколико нисмо стартовали са најстаријим ларвама), затим из ларве у лутку и на крају из лутке у имаго.

Угинућа могу бити узрокована *канибализмом*:

- између ларви (обично томе претходи пресвлачење, па страда „тазе“ пресвучена, јер још нема формиран хитинозни омотач);
- између ларве и лутке (друга страда јер је њена активност споља гледано никаква, а нема ни средстава за одбрану);
- адулта и ларве (уколико нисмо баш најсрећније по старости саставили «екипу» у истој епрувети, па нека јединка знатно предњачи у развићу, а услед недостатка ресурса, било простора, било хране или влаге, прибегава канибализму); или
- адулта и лутке (ако је недовољан простор или храна по јединки).

Пошто се у свим епруветама појаве имага (евентуално, ако се примиче крај семестра, довољно је да се појаве бар у две епрувете), треба сумирати и коментарисати резултате. Најпре треба констатовати укупну дужину трајања огледа, регистровати у којим епруветама (којим условима) је развиће текло најбрже, а где најспорије и објаснити. Очекивано је да ће бити потврђено да је у свим случајевима век лутке око једну седмицу, а потом се пресвлачи у имага. Највише објашњења захтевају појаве неистовременог пресвлачења и канибализми.

Закључак: Не значи увек да ће најкомфорнији услови дати најбрже развиће!

Вежба 8.

УТВРЂИВАЊЕ БРОЈНОСТИ ПОПУЛАЦИЈЕ МЕТОДОМ МАРКИРАЊА – Lincoln-ов ИНДЕКС

Бројност односно густина популације је специфична одлика врсте. Зависи од захтева које та врста има према средини као и од капацитета (могућности) средине. Природа тежи максималној бројности популације, али која ће нанети минималне «штете» средини, јер свака јединка у популацији има просторне [физичке (једном рису је потребно око 100 km^2 , јелену око 1 km^2 , а амеби мање од 1 cm^3) и психичке (потреба за контактом са другима додиром, мирисом, обележавањем територије...)] и реквизитне захтеве (храна, појила, склоништа, гнездилишта...). Слонови, орлови, кондори и сл. имају малобројне популације, јер су ефекти њиховог живљења у датим срединама велики и са тако малим бројем индивидуа.

Бројност и густина популације нису исто.

Бројност популације представља број јединки које је чине.

Густина популације представља број индивидуа (или количину њихове биомасе) по јединици површине (или запремине) коју она насељава. Изражавање у биомаси је подесније када се упоређују хетеротипске популације (у истој шуми на 1 m^2 дође 0,01 јединка јелена, а неколико милијарди бактерија).

Могуће је разликовати **општу** (изражену на јединицу простора читавог демотопа¹) и **еколошку** (по јединици простора дела демотопа који јединке дате врсте стварно насељавају) густину популације

Бројност популације представља основни формални елемент структуре популације. Зато је при демеколошким анализама основно да истраживач пре свега одреди бројност, тј. густину јединки у истраживаној популацији. Осим ње, у «личну карту» популације улазе: распрострањење и просторни распоред јединки, хабитус (изглед) популације, узрасна структура, полна структура и здравствено стање популације.

Апсолутна бројност се добија тоталним, директним пребројавањем јединки (**цензусом**). Применљива је само на ограничени број врста, углавном крупних животиња на отвореним стаништима (слонови, жирафе, антилопе гну, китови, гнезда крупних птица на острвима и сл.). Углавном се у ту сврху праве видео-снимци (из авиона, хеликоптера, или, чак, сателита), па са њих после пажљиво пребројавају (евентуално и препознају) јединке.

Апарентна (приближна) бројност се израчунава на основу узорака сакупљених јединки (директним методама, тј. ловом) или евидентираних индиректним методама (према остављеним траговима).

Директним методама се утврђује скоро апсолутна бројност јединки, али само на одређеним пробним површинама (или у запреминама), као делу простора који настањује анализирана популација, а потом је неопходно статистичко прерачунавање и одређивање просечног броја јединки по јединици површине [1 km^2 за крупне животиње, 1 m^2 за ситније (нпр. кишне глисте, инсекте)] или запремине (1 cm^3 за бактерије; 1 dm^3 за зоопланктон и микроскопске алге). Методе су директне зато што се долази у непосредни контакт са животињама које су предмет проучавања. Израчуната просечна вредност може бити

¹ Демотоп је део биотопа који настањује једна популација.

прилично нетачна, ако није пажљиво (адекватно специфичностима грађе и покретљивости врсте) одабран број, распоред (просторни и временски) и величина проба/узорака/снимака и локација где се они узимају. Пробне површине (или запремине) најчешће су изабране *методом случајности*, али тако да *репрезентују* читав простор који дата популација насељава (њен демотоп). Битно је и како се временски (у сезони и током дана) распоређују узорковања или снимања (треба их спроводити у време највеће активности дате врсте животиња). Обрада података са већег броја пробних површина даје реалније вредности, блиске стварном стању у популацији. Ипак, претерано велика количина узорака може непотребно трошити сувише времена и средстава. Стога је за демеколошко истраживање изузетно важно да буде прецизно испланирано.

Једна од директних метода за утврђивање бројности популације животиња је **метода маркирања**. Примењује се углавном код врло покретних организама (нпр. сисари, птице, гмизавци, водоземци, рибе, инсекти). Састоји се од бар два изловљавања, при чему у првом улову истраживачи обележавају (маркирају) животиње и пуштају их на слободу, натраг у популацију. Након времена довољног за репопулацију (мешање ловљених, тј. маркираних и неловљених) треба обавити поновни лов, а у њему се затичу и већ обележене јединке (из првог улова). Потом се примењује одређена математичка формула. најједноставнија је **Линколнов индекс** (Lincoln, 1930):

$$N = \frac{N_1 \cdot N_2}{N_3}$$

где је N = укупан број јединки у популацији; N_1 = број уловљених и маркираних јединки у првом улову; N_2 = број уловљених јединки у другом улову; N_3 = број јединки из првог улова, које су уловљене и у другом (имају ознаку из првог улова).

Пошто је при сваком математичком раду потребно да буду задовољени прецизни услови, тако и за примену ове методе треба да буде испуњено следеће:

1. да обележене животиње нису маркирањем оштећене или угрожене (не разбољевају се, не угињавају и нису лакши плен него немаркиране), као и да услед животних активности неће изгубити ознаке (маркере) до поновног улова;
2. да се маркиране животиње апсолутно мешају са немаркиранима (нису игнорисане, али ни нападане у интраспецијским друштвеним односима);
3. да су улову подједнако подложне индивидуе оба пола (ако је врста гонохорист), из свих узрасних категорија и «социјалних група», у пропорцијама у којима су заступљене у популацији;²
4. изловљавање се понавља у одређеним временским интервалима довољним за репопулисање (повратак у улогу коју је јединка имала пре лова и маркирања);³
5. да између два улова нема битније ими- или емиграције у проучаваној популацији;
6. да није теже, а ни лакше, поново уловити маркиране од немаркираних јединки; и
7. да поновни лов врше исти људи, истом техником, у приближно једнаким условима (доба дана, године, и метеоролошки).

² Врло тешко остварив услов, практично немогућ, јер јединке по узрасту и полу могу имати драстично различиту активност, тј. бити и инактивне за истраживача који их проучава (нпр. окот, женке у лактацији, најстарије јединке и сл.). У том случају се пажљивим праћењем и искуствено у одговарајућој пропорцији ове категорије јединки додају на ловом констатовани број активних припадника популације.

³ Зависно од врсте (поготово од дужине њеног животног века) и типа истраживања, неколико сати (нпр. за пољске мишеве ноћу да не би угинули у живоловној клопци они који се ухвате између два пражњења клопки, птице врапчарке у јутарњим сатима да не би угинуле у орнитолошкој мрежи), једног дана (зријавци или буба-маре и др. инсекти на ливади), неколико дана (инсекти, средњи и крупни сисари)...

С обзиром да се ради о живим организмима и да у периоду између два улова има и угинућа јединки, да неке страдају од предатора, неке постају инактивне, можда буде и принова и др., користе се сложеније математичке формуле базиране на већем броју понављања лова и маркирања. Нпр. за три лова образац за израчунавање бројности популације је:

$$N = \frac{a_2 \cdot N_2 \cdot r_{31}}{r_{32} \cdot r_{21}}$$

где је N = укупан број јединки у популацији; a_2 = број јединки по први пут уловљених у другом улову; N_2 = укупан број уловљених јединки у другом улову; r_{31} = број јединки из првог улова, које су уловљене и у трећем (имају ознаку из првог улова); r_{32} = број јединки из другог улова, које су уловљене и у трећем (имају ознаку из другог улова); r_{21} = број јединки из првог улова, које су уловљене и у другом (ово је, заправо иста вредност као N_3 у првом обрасцу!).

Технике маркирања (означавања) и средства се изабирају зависно од врсте која је објекат проучавања, али и од материјалних могућности истраживача и њихове снажљивости. Према типу би могли да их групишемо у *механичке* (скидање љуспица, длачица или крљушти на малој површини; гребање по оклопу; усецање карапакса или ушне шкољке; заламање трнића на оклопу или ногама, или одсецање прстића за ситне сисаре; прстеновање; жигосање; налепнице; плочице, минђуше; зумбање ушне шкољке...), *хемијске* (бојама које су водоотпорне, механички тешко скидиве и безбавне за маркиране животиње, истраживаче и животну средину), *физичко-хемијске* (радиоактивним изотопима кроз храну), *физичке* (радио-одашиљачима и флуоресцентним бојама видљивим само под светлосту посебних лампи).

Практични рад:

Уместо живих објеката, за демонстрацију методе је могуће користити зрна пасуља.

Студенти се поделе у више екипа. Свака екипа наброји 500 зрна пасуља које убаци у лабораторијску чашу од 1 литра. То је популација чија бројност ће бити одређивана рачунањем, а успешност метода лова бити одређивана по приближавању стварном броју. Свакој групи студената су потребне по три посуднице различите запремине, као црпилице (узоркивачи): од 3, 5 и 10 милилитара. Сваком црпилицом се раде по три «улова», с тим да се након прва два примењује први, а после трећег и други образац. Као маркери се користе ознаке фломастерима разних боја, а студенти сами одређују какве ће ознаке да ставе (тачкице, цртице, иксићи, звездице...).

По завршетку рада све екипе саопштавају податке који бивају унети у заједничку табелу. На крају, поређењем резултата треба извести закључак која је студентска екипа, која црпилица (тј. која величина узорка) била најбоља (резултат најприближнији броју 500 дала) и по којем обрасцу (за два или три улова).

Рад може бити осмишљен и компликованије, са по више узорака у сваком лову, истом црпилицом, нпр.

Напомена: Важно је да маркације по лововима буду различите и јасно препознатљиве.

Циљ је, осим демонстрације методе маркирања, да се покаже колико је битан добар избор технике лова и величине узорка тј. пробне површине, као и важност утицаја састава екипе истраживача.

Вежба 9.

РАСТ ПОПУЛАЦИЈЕ ПРОТОЗОА У ОГРАНИЧЕНИМ УСЛОВИМА

Организам (индивидуа, јединка) представља почетни еколошки систем. Он је у сталној динамичкој равнотежи са средином. Међутим, усамљени организам није сам себи довољан. Да би биолошки комплетно функционисао (раст, исхрана, размножавање...) он мора да живи у заједници са индивидуама своје (у популацији), а хтео не хтео, и других врста (у биоценози), јер индивидуа не гарантује опстанак врсти. Стога је свака врста у природи реализована у виду заједница индивидуа званих популација (једна или више).

Смисао термина «популација» се у различитим биолошким дисциплинама (генетика, етологија, зоогеографија, еволуција, екологија...) донекле разликује. У екологији се сматра да је **популација репродукцијом повезан колектив организама исте врсте, који је просторно ограничен и временски одређен**. Међутим еколози често користе и израз **мешовита популација** (нпр. популација риба у Скадарском језеру; популација звери на Старој планини; и сл.), при чему обједињују више различитих врста.

Сваку популацију карактерише низ структурних (бројност јединки, тј. њихова густина по јединици површине; просторни распоред јединки; хабитус; узрасна и полна структура; здравствено стање; понашање; наталитет; морталитет) и динамичких елемената (динамика мењања бројности, флукуације и *раст популације*).

Динамика популације се најчешће изражава кроз осцилације бројности/густине популације, које могу да буду и цикличне.

У неограниној средини, раст популације би био бесконачан. Графички приказана крива раста бројности у функцији времена би имала облик слова «J», тј. раст популације би прошао кроз **иницијалну фазу** и убрзо ушао у **фазу убрзаног експоненцијалног раста**. Такав би раст нпр. експериментална популација *Paramecium*-а у акваријуму у који стално додајемо нову количину свеже воде и хране, и одржавамо константним све друге еколошке факторе. У природи се овакав раст дешава само накратко, у пролеће, у заједници планктона, али чим се достигне засићење **капацитета средине**, пораст се обуставља. У природним условима, дакле, ипак не постоји потпуни неограничени раст популације.

У ограниченим условима (у експерименту или природи, све једно) ограничено је присуство и могућност коришћења реквизићних фактора (храна, вода, заклон, јазбина, животни простор...), па популација пролази **иницијалну фазу, фазу убрзаног раста, тачку спреге, фазу успореног раста** и расте само до **еквибријума** (равнотеже између броја јединки у популацији и капацитета средине, тј. између потенцијала врсте да се множи и отпора средине). Заправо, најчешће се бројност популације и не задржи на вредности равнотеже, него по инерцији настави још да расте упркос отпору средине. Графички приказана крива мењања бројности популације до овога момента има сигмоидни облик.

Теоретски би по достизању еквибријума популација стагнирала, тј. достигла и остала у фази стационарног стања (графички приказана крива би наставила да тече паралелно са *x*-осом. Међутим, у реалности није тако, због непрекидног мењања еколошких фактора. Наиме, у природи након еквибријума може да наступи:

- фаза наглог ишчежавања (тј. негативног раста, односно пропадања) популације услед пренамножености и недостатка ресурса, услед измењене животне средине, неке епидемије и сл. (морталитет много већи од наталитета);
- фаза лаганог опадања (морталитет мало већи од наталитета);

- фаза осцилација (мање-више правилних) око равнотежног положаја услед наизменичне надмоћи биолошког потенцијала врсте да се множи и отпора средине; или
- фаза флукуација, када осцилације нису уједначене и у појединим фазама и посебним условима популација уђе у градацију, тј. пренамножење.

Практични рад:

Потребно за једну групу (до седам) студената:

- инфузум,
- прокувана охлађена вода,
- бар две епрувете запремине 20 ml,
- капаљка обична (за млеко),
- капаљка са обележеним 0,1 ml (пипета није подесна јер су најкрупније Protozoa неспообне да прођу кроз њену капилару),
- предметна стакла и покровне луспице (евентуално, јер нису потребне ако се користе јаке бинокуларне лупе) и
- бинокуларна лупа са могућношћу увећања 16 пута.

Процедура: у епрувету сипамо 5 ml инфузума и 10 ml прокуване, на собну температуру охлађене воде. То је стартна популација коју ћемо да пратимо наредних дана. Да би смо знали колико је јединки сачињава капаљком од 0,1 ml ћемо из претходно **добро промућкане** епрувете узети 5 капи од по 0,1 ml, сваку ставити на посебно предметно стакло и по потреби (ако лупа није на располагању за преглед садржаја капи) покрити покровном луспицом. Помоћу јаке бинокуларне лупе или микроскопа констатовати број јединки у свакој капи и израчунати просечну вредност, па прерачунати на читаву популацију (тј. просек помножити са 150). Могуће је и скратити рачунање, па збирну вредност броја јединки виђених у свих пет капи помножити са 30. Одмах по читавању резултата (тј. бројању јединки), у епрувету треба додати 0,5 ml прокуване охлађене воде (колико је запремински, тј. просторно одузето популацији при узимању пробних капи) и кап млека (ради прехране популације протозоа). Треба радити у бар два понављања, тј. две епрувете и на крају рачунати просек за обе.

Епрувете током читавог трајања експеримента остају у сталку, на собној температури (до 24°C). Треба водити рачуна да ће се како оглед одмиче, због млечнокиселинског врења и непотпуног разлагања из епрувета развијати све непријатнији мириси.

Очитавање треба понављати свакога дана, динамиком на 24 сата, тј. увек у исти сат.

Ако је све у реду, експеримент траје око две седмице. Крај експеримента је када више не уочавамо живе јединке, тј. када читава мешовита популација, односно све појединачне популације протозоа пропадну.

Све очитане и израчунате бројчане вредности треба уносити у радну табелу (у додатку на крају), а потом конструисати криву на основу средњих вредности за обе епрувете. На крају из добивеног графикана треба детаљно уочити и прокоментарисати све фазе раста праћене мешовите популације протозоа.

Ако се након наглог пропадања популације, појави један или више накнадних пикова, то је одлична потврда да је у питању мешовита популација и да се сукцесијом промена еколошких фактора (поготово хемије средине!) смењују и врсте у доминацији, тј. еуривалентније и полисапробне имају шансе да «букну» пред крај огледа.

Напомена: у договору са студентима, прате се само најкрупнији облици Ciliata (Flagelata и Sarcodina су исувише ситне и брзе), нпр. Paramecium, Colpidium, Stilonychia,

Euplotes и сл. Пре читавања стартне популације, није згорег да се прво погледа сам инфузум под микроскопом или лупом и подсети студенти на протозое.

Могуће су разлике у графицима које ће добити различите групе студената. Један од узрока може бити различито место (дно, «кајмак», са биљака...) са ког је из акваријума са инфузумом узето стартних 5ml, што значи могуће квалитативне и квантитативне разлике од почетка огледа, јер нису исте врсте у овим микростаништима.

Датум	I епрувета					Укупно	II епрувета					Укупно	Просек за обе епрувете	t°C у лаб.	Очитао/ла
	1. кап	2. кап	3. кап	4. кап	5. кап		1. кап	2. кап	3. кап	4. кап	5. кап				

