

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ИНВАЗИИ
НА МОРФОЛОГИЮ *DIPHYLLOBOTHRIUM LATUM*
(CESTODA: DIPHYLLOBOTHRIIDAE)
С ПРИМЕНЕНИЕМ АНАЛИЗА СВЯЗИ

Н. Б. Голицына, В. Н. Харин, Л. В. Аникиева

Институт биологии Карельского филиала АН СССР, Петрозаводск

Статистически оценено влияние плотности микропопуляции на физиологически различающиеся участки стробилы широкого лентеца.

Влияние интенсивности инвазии на морфологию *Diphyllobothrium latum* (L.) изучали многие исследователи (Павловский, Гнездилов, 1949, 1953; Синович, 1967; Сердюков, 1973; Фрезе, 1977). Выявлено закономерное уменьшение размеров гельминтов при увеличении их количества в кишечнике хозяина. Авторы объясняют это явление дефицитом питательных веществ для паразитов и угнетающим действием продуктов их экскреции. Условия паразитирования сказываются и на форме отдельных члеников. При суперинвазии проглоттиды имеют удлиненную форму, при низкой интенсивности инвазии формируются более широкие членики.

В настоящей работе рассматривается влияние фактора плотности на общую длину и площади физиологически различающихся участков стробилы с учетом взаимодействия между ними.

Стробила цестод представляет собой цепь проглоттид, различающихся степенью развития. Проглоттиды располагаются в непрерывной последовательности онтогенетических изменений. Для отдельных этапов развития членикам требуется неодинаковое время, что отражается на длине соответствующих участков стробилы. Ошмарин (1959) предложил выделять в стробиле цестод участки по преимущественному развитию мужской или женской половой системы — мужской, гермафродитный и женский. Автор подчеркивает, что соотношение этих участков характерно для разных видов цестод и в определенном смысле отражает особенности их биологии.

В основу разделения стробилы на участки (зоны) нами положена степень половой зрелости проглоттид. Каждый членик содержит самостоятельную систему половых органов, стадию зрелости которой можно определить. В стробиле *D. latum* мы выделили 4 зоны, отличающиеся по состоянию половой системы: 1-я — шейка; 2-я — членики с половыми зачатками; 3-я — членики с полностью развитым половым комплексом, однако яиц в матке еще нет; 4-я — членики, содержащие массу яиц в матке. Предполагается, что проглоттиды, находящиеся на определенных этапах развития, по-разному реагируют на меняющиеся условия паразитирования, т. е. существует внутривидовая изменчивость физиологически различающихся участков.

Материал для настоящего сообщения получен при экспериментальном заражении песцов *D. latum*, проведенном в июле—октябре 1977 г.

в Кондопожском племзверосовхозе. В опыте участвовало 14 щенков. Зверям скармливали плероцеркоидов, извлеченных из свежих налимов. Через 2 мес. после заражения 2 щенка были дегельминтизированы ареколином, остальные 12 зверей вскрыты через 3 мес. Схема эксперимента представлена в табл. 1. Цестод выдерживали в воде до полного расслабления мускулатуры. Измеряли общую длину лентеца, длину каждой из 4 зон, ширину первого и последнего члеников каждой из 4 зон. В дальнейших расчетах использовали площади физиологически различающихся участков. Получена выборка из 66 наблюдений, каждое из которых представлено 5 зависимыми (длина стробилы, площадь каждой из 4 зон) и 1 независимой (интенсивность инвазии) переменными. Исходные данные

Т а б л и ц а 1
Экспериментальное заражение песцов *Diphyllbothrium latum*

Номер зверя	Дата заражения	Число плероцеркоидов	Дата вскрытия зверей	Число развившихся гельминтов
3394*	4.08	60	29.09 (A)	56
3689*	3.08	25	29.09 (A)	21
2395	29.07	10	1.11	4
1150	29.07	10	1.11	5
1980	29.07	10	1.11	5
2313	29.07	10	10.11	4
2095	29.07	10	10.11	1
2182	29.07	10	1.11	2
2068	29.07	10	1.11	1
2153	29.07	10	1.11	1
1978	29.07	10	1.11	1
2311	29.07	10	1.11	2
3693	2.08	20	2.11	1
2096	27.07	10	1.11	1

* Звери, дегельминтизированные ареколином.

обработаны статистически. Проведены корреляционный, регрессионный, дисперсионный и ковариационный анализы с использованием пакета программ статистической обработки данных для ЭВМ Минск-32 (Петерсон и др., 1977).

Выделяя в стробиле отдельные участки, мы учитывали, что они органически связаны между собой. Предполагая взаимосвязь размеров участков, был проведен корреляционный анализ. Получены коэффициенты корреляции и доверительные интервалы с 5%-ным уровнем значимости (табл. 2). Представленные данные указывают на значимую линейную взаимосвязь площадей 2 зон: с половыми зачатками и с развитым репродуктивным комплексом. Коэффициент корреляции позволяет судить лишь о тесноте связи двух переменных величин. Функциональная зависимость между двумя переменными определяется регрессионным анализом. Постулируем линейную регрессионную модель: $Y_3 = B_0 + B_1 Y_2$, где B_0 — свободный коэффициент, а B_1 — коэффициент регрессии. По модели предполагается, что площадь зоны с развитым репродуктивным комплексом линейно изменяется под влиянием участка с половыми зачатками. Из результатов регрессионного анализа следует, что $Y_3 = 2.27 + 0.73 Y_2$, т. е. с изменением площади 2-й зоны на единицу площади величина 3-й зоны увеличивается на 0.73 единицы площади (табл. 3).

Влияние интенсивности инвазии на общую длину лентеца и площадь физиологически различающихся участков стробилы определяли методом дисперсионного анализа. Связь интенсивности инвазии и изменчивости размеров стробилы выразили моделью наблюдения: $Y = J + e$, где Y — результативный признак (Y_1 — площадь 1-й зоны,

Y_2 — площадь 2-й зоны, Y_3 — площадь 3-й зоны, Y_4 — площадь 4-й зоны, Y_5 — длина стробилы); J — фактор, характеризующий интенсивность инвазии (J_1 — 1—2 гельминта, J_2 — 4—5 гельминтов, J_3 — 21 гельминт, J_4 — 56 гельминтов); e — случайная ошибка. В соответствии с этой моделью

Т а б л и ц а 2
Коэффициенты корреляции и 95%-ные доверительные интервалы

	Y_1	Y_2	Y_3
Y_4	-0.1722	0.1762	0.0353
	-0.3993	-0.0708	-0.2104
	0.0749	0.4028	0.2768
Y_3	-0.2424	0.3010	
	-0.4591	0.0616	
	0.0016	0.5076	
Y_2	-0.0449		
	-0.2857		
	0.2012		

95%-ное критическое значение — 0.2440.

Т а б л и ц а 3
Оценки и доверительные интервалы коэффициентов регрессии

Переменная	Оценка коэффициента регрессии	95%-ные доверительные интервалы		Дисперсионное отношение	Значимость дисперсионного отношения
		нижняя граница	верхняя граница		
B_0	2.2738	1.0861	3.4614	14.6251	Значимо
B_1	0.7324	0.1484	1.3163	6.2757	Значимо

Примечание. Оценки коэффициентов регрессии значимы по F — критерию с уровнем значимости 2.5%. $F_{0.95} = 3.9903$; $F_{0.975} = 5.2660$.

Т а б л и ц а 4
Результаты дисперсионного анализа
Проверка нуль-гипотез

Результативный признак	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
Проверка нуль-гипотезы	Не отвергается	Не отвергается	Отвергается	Отвергается	Отвергается

Примечание. Нуль-гипотеза не отвергается по критерию с уровнем значимости 5% и отвергается с уровнем значимости 2.5%.

выдвигается нуль-гипотеза $H: J_1 = J_2 = J_3 = J_4 = 0$, т. е. гипотеза об отсутствии влияния интенсивности инвазии. Результаты дисперсионного анализа показали обратную зависимость размеров *D. latum* от интенсивности заражения хозяина. Гипотеза об отсутствии влияния указанного фактора на длину гельминтов отвергается с достаточной степенью вероятности $P = 0.95$ (табл. 4). Различия в интенсивности значимо отражаются на размерах участков с развитым репродуктивным комплексом и со зрелыми яйцами. Наибольшая изменчивость Y_3 и Y_4 наблюдается при интенсивности 21 и 56 паразитов, а наименьшая при интенсивности 4—5 (табл. 5).

Одномерный дисперсионный анализ позволяет выявить влияние фактора на признаки, не учитывая их взаимосвязи. Поэтому оценка различий в интенсивностях на 3-м участке при постоянном уровне изменчивости 2-го участка проводилась ковариационным анализом. Постулируем модель: $Y_3 = J + B_1 Y_2 + e$. Результаты анализа показали, что влияние интенсивности инвазии на площадь 3-й зоны при постоянном уровне изменчивости площади 2-й зоны не проявляется. Сопоставляя результаты дисперсионного и ковариационного анализов, получаем, что различие в интенсивности заражения на участке с развитым репродуктив-

Т а б л и ц а 5
Оценки коэффициентов модели дисперсионного анализа

Уровень факторов	Оценка коэффициентов модели	95%-ные доверительные интервалы		Дисперсионное отношение F	Значимость дисперсионного отношения
		нижняя граница	верхняя граница		
Y_3					
J_1	0.3485	-0.6247	1.3217	0.5123	Незначимо
J_2	1.9841	1.1872	2.7809	24.7692	Значимо
J_3	-0.1798	-1.0909	0.7312	0.1575	Незначимо
J_4	-2.1527	-3.7053	-0.5996	7.6760	Значимо
Y_4					
J_1	-1.1105	-20.4763	18.2558	0.0113	Незначимо
J_2	9.6928	3.8356	35.5501	6.1621	Значимо
J_3	-0.7738	-18.9040	17.3564	0.0073	Незначимо
J_4	-17.8085	-48.7150	13.0980	1.3265	Незначимо
Y_5					
J_1	-23.3770	-48.3630	1.6100	3.4972	Незначимо
J_2	25.3319	4.8725	45.7914	6.1251	Значимо
J_3	7.2680	-16.1240	30.6601	0.3857	Незначимо
J_4	-9.2230	-49.0993	30.6534	0.2137	Незначимо

Примечание. F 0.95 = 3.9955, F 0.975 = 5.2746.

ным комплексом значимо проявляется только совместно с изменчивостью площади участка с половыми зачатками.

Установлено, что изменчивость дифиллоботриид в условиях меняющейся плотности микропопуляции определяется главным образом уровнем питания. Характер морфологических изменений цестод (уменьшение общих размеров, относительное удлинение члеников, изменение соотношения объемов субкутикулярного слоя с половой и мышечными системами) направлен на интенсификацию питания (Фрезе, 1977). Известно, что плотность распределения микроворсинок на тегументе цестод увеличивается от зоны пролиферации к зоне половозрелых члеников, на которых она является максимальной, и далее уменьшается по направлению к яйценосным членикам (Ротмен, 1963; цит. по: Шульц, Гвоздев, 1972). Можно предположить, что выявленная зависимость размеров зоны половозрелых члеников от интенсивности инвазии определяется активной ролью именно этой части стробилы в пищеварении. Относительное уменьшение размеров яйценосного участка в условиях высокой плотности микропопуляции, возможно, связано с ускорением процесса старения и истощения половой системы, приводящего к отторжению члеников.

Таким образом, статистически оценено влияние интенсивности инвазии на физиологически различающиеся зоны стробилы широкого лентеца: площади шейки, зоны с половыми зачатками, половозрелой и яйценосной зон. Указанный фактор действует неравнозначно на разных уровнях и на отдельные участки стробилы гельминта. Участки со сформированным половым комплексом и со зрелыми яйцами значимо реагируют на меня-

ющиеся условия плотности микропопуляции. Изменчивость шейки и участка с половыми зачатками не связана с интенсивностью инвазии. Отмечено, что изменчивость участков стробилы лентеца должна рассматриваться с учетом их взаимодействия.

Л и т е р а т у р а

- Ошмарин А. Г. К изучению специфичной экологии гельминтов. Владивосток, 1959. 44 с.
- Павловский Е. Н., Гнездилов В. Г. Фактор множественности при экспериментальном заражении лентецом широким. — ДАН СССР, 1949, т. 67, вып. 4, с. 755—758.
- Павловский Е. Н., Гнездилов В. Г. Внутривидовые и межвидовые отношения среди компонентов паразитоценоза кишечника хозяина. — Зоол. журн., 1953, т. 32, вып. 2, с. 165—174.
- Петерсон И., Кукс Я., Вийкманн Э., Каролин М., Лелумеас Э., Пукк Т., Тийтс Т., Хурт Т. Прикладные программы по математической статистике для ЭВМ «Минск-32». Таллин, И-т кибернетики АН ЭССР, 1977, с. 90—94, 235—248.
- Сердюков А. М. Об изменчивости морфологических признаков *Diphyllbothrium latum* (L. 1758) на половозрелой фазе онтогенеза. — В кн.: Вопросы краевой инфекционной патологии. Тюмень, 1973, с. 131—136.
- Спинович Л. И. Биометрические исследования крупных цестод человека (лентеца, бычий и свиной цепни). — В кн.: Кишечные инфекции и борьба с ними в областях и краях Дальнего Востока. (Матер. науч. конф.). Хабаровск, 1967, с. 120—122.
- Фрезе В. И. Лентецы Европы (экспериментальное изучение полиморфизма). — Тр. ГЕЛАН, 1977, т. 27, с. 174—204.
- Шульц Р. С., Гвоздев Е. В. Основы общей гельминтологии. Т. 2. Биология гельминтов. М., Наука, 1972. 513 с.

STUDY OF THE EFFECT OF INFECTION INTENSITY ON THE MORPHOLOGY OF *DYPHYLLOBOTHRIMUM LATUM* (CESTODA: DIPHYLLOBOTHRIDIIDAE) WITH THE USE OF THE RELATIONSHIP ANALYSIS

N. B. Golitzina, V. N. Kharin, L. V. Anikieva

S U M M A R Y

The effect of the density of micropopulation on the physiologically different strobile sections of *Dyphyllobothrium latum* was estimated statistically.
