

Биолог. журн. Армении, 1-2 (57), 2005

УДК 595.787:547.915

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА ПРИ СМЕНЕ КОРМОВОЙ ПОРОДЫ

В.С. МИРЗОЯН

Научный центр земледелия и защиты растений МСХ РА, 378310, Эчмиадзин

Наблюдается снижение темпа развития и погашение очага непарного шелкопряда при вынужденной миграции гусениц на другие кормовые породы. При этом нарушается обмен веществ вредителя, что в свою очередь отрицательно влияет на его общее физиологическое состояние и снижает плодовитость имаго.

Աստվծասիրությունները ցույց են տվել, որ կերաբույսի փոփոխության դեպքում խանգարվում է տարազույգ մետաբոսմազործի նյութափոխանակությունը ճարպերի, ածխաջրերի և սպիտակուցային նյութերի կենսասինթեզը, որը բացասաբար է անդրադառնում զննատուի ֆիզիոլոգիական վիճակի վրա, որն էլ հանգեցնում է բվաքանակի անկմանը:

Investigations have shown that the metabolism (exchange of proteins, lipids, carbohydrates) alters in a case of transportation of gypsy moth caterpillars to another fodder plant, which affect negatively on the physiological state of the adult stages and lead to the pest number collapse.

*Непарный шелкопряд - обмен веществ - физиологическое состояние - смена
кормового растения*

Среди вредителей листвы - филлофагов непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.) занимает главнейшее место. В отдельных районах часто отмечаются вспышки его массового размножения, что отрицательно сказывается на состоянии продуктивности леса, декоративных насаждений и садов. Успешное проведение активных мероприятий по уничтожению этого вредителя возможно только при заблаговременном прогнозе появления, распространения и развития фитофага.

Одной из ситуаций, весьма распространенной в природе, является переход насекомых с одного кормового растения на другое. По данным некоторых авторов [3, 6], смена кормовых пород непарным шелкопрядом может быть временной, когда она обусловлена недостатком корма, регулярной, когда насекомое последовательно и закономерно питается двумя или несколькими породами, и постоянной, когда из-за отсутствия прежней кормовой породы, преобладания новой или под влиянием каких-то других экологических условий насекомое приспосабливается к новой пище.

Известно также, что все жизненные процессы, протекающие в организме насекомых, обусловлены наличием в нем специфических белков и

резервных питательных веществ, которые накапливаются в процессе питания гусениц. Эти вещества обуславливают переход одной фазы насекомых в другую, их устойчивость к неблагоприятным условиям среды, воздействию пестицидов, выживаемость, плодовитость и т. д.

Естественно, что изучение обмена веществ в различных фазах развития насекомых-вредителей позволяет более глубоко и всесторонне изучать причины их поведения, тем самым создавая основу для научно обоснованных прогнозов их численности и необходимости проведения мероприятий по борьбе с ними.

Материал и методика Объектом исследований служили гусеницы, куколки и бабочки непарного шелкопряда при питании листьями разных кормовых пород. Гусеницы были собраны с дуба восточного и облепихи в разных участках лесных массивов Разданского, Аларанского и Наирийского лесхозов.

В лабораторных условиях проводили опыты по переводу гусениц с первичных кормовых пород на другие по схеме: дуб восточный→яблоня лесная; дуб восточный→груша лесная; дуб восточный→слива лесная, что характерно для вредителя в природных условиях в период массового размножения. Для эксперимента была также представлена схема миграции: облепиха→дуб летний; облепиха→тополь, которая в природных условиях нами не наблюдалась (или практически не существует), однако представляет научный интерес. Контролем служили гусеницы, питающиеся листьями первичных пород - дубом или облепихой.

Перед началом опыта из каждой серии выбирали по 100 гусениц III или IV возрастов, примерно одинаковой массы и рассаживали по 10 штук в стеклянные банки, емкостью 1 л. Гусеницы содержались в специальных камерах, где микроклимат был близок к естественному (20-22°, 70% влажности). Во всех опытах обеспечивали одинаковую плотность и бесперебойное снабжение свежим кормом (дуб летний, тополь пирамидальный, облепиха, слива, яблоня, груша).

Для биохимических анализов были использованы гусеницы IV и V возрастов, сразу же после их линьки. Эти гусеницы в течение одного возраста питались листьями одной из вышеуказанных пород.

Исследования биометрических показателей непарного шелкопряда проводили согласно существующим методам. При установлении биомассы в отдельных фазах развития вредителя применяли метод индивидуального (гусеницы, куколки, имаго) и группового взвешиваний (яйца). Плодовитость бабочек определяли подсчетом отложенных яиц и яиц, находящихся в яйцеводах.

Для количественного определения общих липидов использовали метод Фолча, описанный Прохоровой и Тупиковой [9]. Жирные кислоты после предварительного метилирования анализировали с помощью хроматографа Хром - 4. Содержание глюкозы и гликогена определяли по методу Кэмпбелла, в модификации Хансена и Вийка [13]. Фракционирование белков проводили по методу Плешкова [10], а их общее содержание - по методу Лоури [14].

Результаты и обсуждение. Проведенные нами исследования по выкармливанию гусениц непарного шелкопряда на различных кормовых растениях позволили установить, что показатели физиологического состояния вредителя находятся в тесной зависимости от видовой принадлежности листьев и от того порядка, в которых одни скормливаемые растения заменяются другими.

Наибольшая выживаемость наблюдается у гусениц, продолжающих питаться листьями дуба (70%). При смене кормового растения по схеме дуб восточный→яблоня выживаемость гусениц составляет 65%, дуб восточный→груша - 15%; дуб восточный→слива - 15%; облепиха→дуб летний - 40%; облепиха→тополь - 30%.

Масса куколок и бабочек зависит от кормовых пород. Результаты анализов в основном свидетельствуют о тенденции к уменьшению биомассы куколок и бабочек по сравнению с контролем. Так, если масса бабочек при воспитании гусениц на облепихе (контроль) в среднем составляет у самок 324,6 мг, самцов - 57,7 мг, то при кормлении листьями дуба летнего она соответственно снижается на 13,6% и 7,1%, а при питании листьями тополя - на 31,8% и 8,1%. Аналогичная картина наблюдается и у бабочек дубовой популяции. Интересно отметить, что кормовое растение влияет на массу самок в большей степени, чем самцов. Это объясняется тем, что гусеницы, из которых окукливаются самки, развиваются на соответствующих кормовых растениях дольше, чем те, из которых окукливаются самцы (рис. 1).

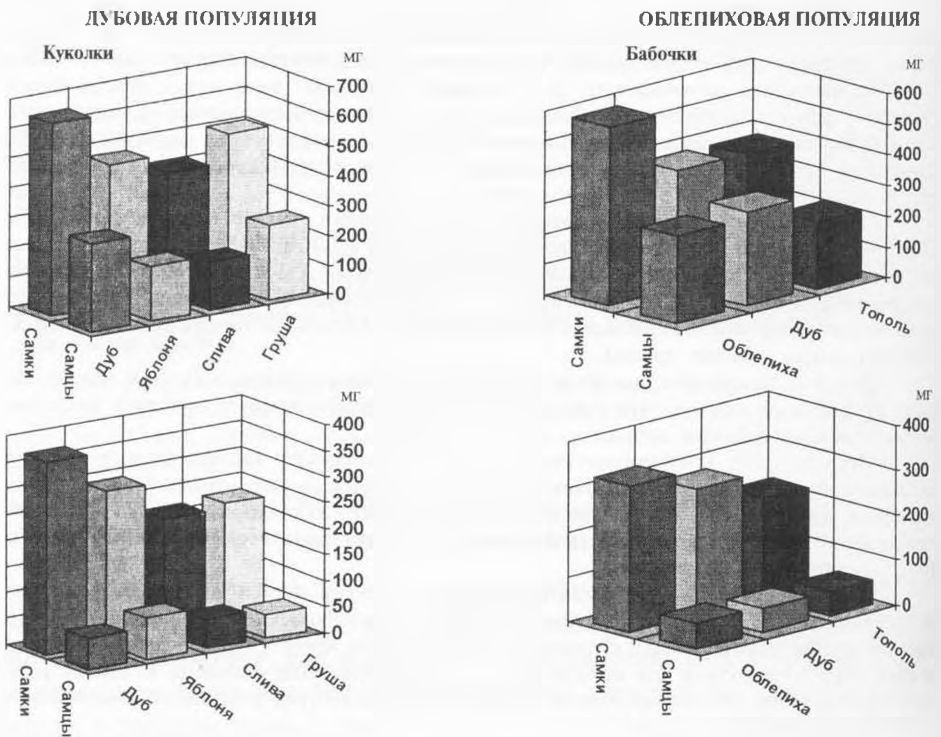


Рис. 1. Средняя масса бабочек (самки и самцы) дубовой и облепиховой популяции непарного шелкопряда при питании гусениц листьями разных кормовых растений, мг.

Половой индекс является важным параметром, определяющим численность популяции. В наших исследованиях много самок получено в вариантах дубовой популяции (контроль - 44,1%; дуб восточный→груша - 48,3 %; дуб восточный→слива - 38,4%; дуб восточный→яблоня - 47,7%). Наименьшее количество самок получено у куколок облепиховой популяции (контроль - 37,4%; облепиха→дуб летний - 24,3%; облепиха→тополь - 33,4%).

Важным показателем состояния популяции является плодовитость имаго. Однако мнения различных исследователей о причинах изменчивости плодовитости насекомых противоречивы. Иогансен [4] повышение плодовитости объясняет реакцией организма на изменения условий в

неблагоприятную сторону. Большинство же энтомологов считают, что плодовитость насекомых повышается при улучшении условий существования [11, 12]. По Ильинскому [5], рост плодовитости непарного шелкопряда обуславливает начало вспышки массового размножения вредителя.

Результаты наших исследований показали, что смена кормового растения существенно влияет на плодовитость имаго (табл. 1). Она уменьшается при любой смене кормовой породы. Так, если количество отложенных яиц самками при питании листьями дуба (контроль) составляет 227,4 шт, то при питании на яблоне количество отложенных яиц снижается на 14,8%, сливе - 45%, груше - 17,3%.

Таблица 1. Яйцепродукция непарного шелкопряда при смене кормового растения

Кормовое растение	Количество отложенных яиц, шт			Общая масса кладки, мг	Масса одного яйца, мг
	минимальное	максимальное	среднее		
Дубовая популяция					
Дуб (контроль)	86	357	227,4	242,3	0,73
Яблоня	56	390	193,7	143,3	0,73
Слива	38	213	125,0	92,5	0,72
Груша	105	257	188,1	131,6	0,69
Облепиховая популяция					
Облепиха (контроль)	35	500	233,9	163,7	0,70
Дуб	153	187	160,6	118,8	0,73
Тополь	56	378	173,5	128,4	0,74

Обмен веществ непарного шелкопряда при смене кормового растения изучали у гусениц последних возрастов, так как именно в этот период в организме наблюдается накопление резервных питательных веществ, которые, с одной стороны, способствуют нормальному переходу гусениц в следующий возраст, а с другой - поддерживают жизнеспособность куколок, бабочек и яиц, т.е. фаз развития вредителя, осуществляемых без потребления пищи. При исследовании обмена веществ непарного шелкопряда были выявлены следующие особенности (рис.1, табл.2):

Дуб → яблоня. По сравнению с контролем (дуб летний) у гусениц при переходе на питание листьями яблони в IV возрасте накапливаются больше углеводных (глюкоза и гликоген) и белковых веществ (рис.2). В V возрасте биосинтез отмеченных соединений в организме замедляется.

У гусениц, питавшихся листьями яблони, отмечается также накопление общих липидов (1,1 раз), однако более насыщенных, чем в контроле (табл. 2). В жирно-кислотном составе резко снижена доля важнейших кислот: олеиновой (на 1,4-3,4 %) и линолевой (на 23,1-23,7 %), однако обращает на себя внимание наличие линоленовой кислоты в количестве 2,8% в IV возрасте гусениц, которая в V возрасте обнаруживается лишь в следовых количествах.

Таблица 2. Липиды и жирно-кислотный состав гусениц непарного шелкопряда при смене кормового растения

Кормовое растение	Воз- раст гусе- ниц	Липиды, % к живой массе P=0.05, n=4	Жирные кислоты, %							
			Миристи- новая	Пальми- новая	Пальми- тиновая	Стеари- толеино-	Олеино- новая	Линоле- вая	Линоле- новая	Арахи- новая
Дубовая популяция										
Дуб летний (контроль)	IV	2,80±0,14	0,47	30,2	0,50	26,5	7,8	34,0	0,0	0,0
	V	3,38±0,16	0,45	29,3	следы	29,9	6,9	33,5	0,0	0,0
Яблоня	IV	2,00±0,04	0,25	33,7	0,30	47,9	4,4	10,3	2,8	0,0
	V	3,80±0,18	0,26	36,3	следы	47,4	5,5	10,4	следы	0,0
Груша	IV	3,00±0,06	0,46	31,8	0,83	43,6	11,8	8,6	2,4	0,0
	V	3,19±0,41	0,44	37,8	следы	42,2	7,1	12,5	следы	0,0
Слива	IV	2,60±0,10	0,93	16,5	2,6	35,9	20,1	5,2	0,0	0,0
	V	3,03±0,21	0,39	33,5	0,44	37,6	7,8	15,5	3,5	0,0
Облепиховая популяция										
Облепиха (контроль)	IV	4,90±0,12	следы	23,0	0,0	0,0	16,9	19,5	13,6	26,9
	V	5,61±0,41	0,12	18,3	следы	0,3	14,0	30,6	5,4	30,5
Дуб летний	IV	3,00±0,18	0,33	21,4	3,0	6,6	11,7	10,0	46,7	0,0
	V	4,45±0,58	0,70	13,1	следы	4,3	5,9	3,3	72,5	0,0
Тополь	IV	2,50±0,20	0,10	21,4	9,4	13,9	23,9	следы	30,9	0,0
	V	3,19±0,31	0,69	16,9	следы	5,6	5,6	17,6	48,6	0,0

Дубовая популяция



Облепиховая популяция

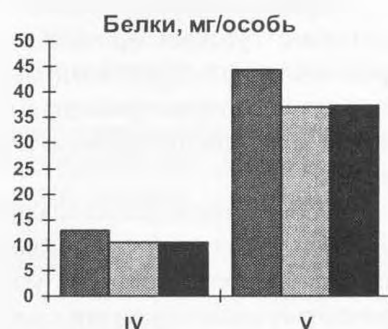
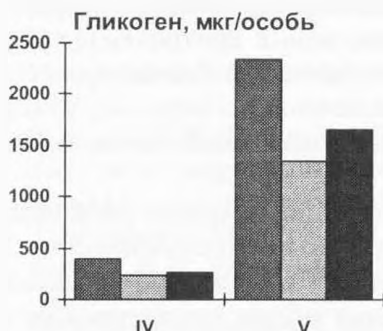
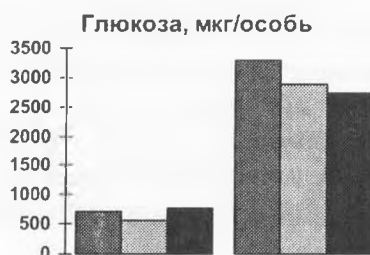
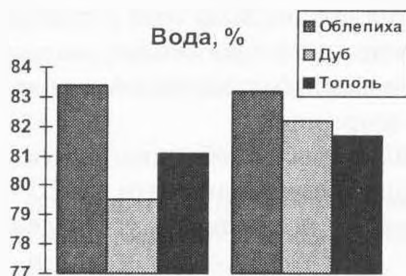


Рис. 2. Изменение содержания воды, углеводов и белков у гусениц IV и V возрастов непарного шелкопряда при смене кормового растения.

Дуб→слива. Гусеницы, питавшиеся листьями сливы, уступают контрольным по основным биохимическим показателям, однако с возрастом эта разница сглаживается, что, по всей вероятности, обусловлено большей адаптированностью пищеварительной системы старших возрастов вредителя к кормовым растениям.

Существенных расхождений в количестве воды и накопленного жира между двумя вариантами не отмечается, не наблюдаются количественные и

качественные сдвиги в жирно-кислотном составе.

Дуб→груша. По содержанию воды между гусеницами, питавшимися листьями груши и дуба летнего (контроль), практически нет расхождений. В четвертом возрасте содержание глюкозы по сравнению с контролем меньше, в расчете на одну особь на 57,7%, гликогена - 39,2%. Ингибирующее действие смены кормового растения сохраняется в V возрасте.

Скорость биосинтеза белковых веществ в организме гусениц также уступает таковой в контроле.

При воспитании на груше гусеницы существенно отличаются количеством и качеством жира. При этом в жирно-кислотном составе преобладают насыщенные жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая. По сравнению с контролем, у гусениц резко снижено содержание линолевой кислоты (на 20,8-25,4%).

Облепиха→дуб летний. При переводе гусениц с облепихи на дуб летний содержание воды по сравнению с контролем (облепиха) снижается на 3,5% в IV и 1% в V возрастах. При питании листьями дуба отмечается также низкое, по сравнению с контролем, содержание углеводов и белков.

Снижается также общее количество липидов. При этом у гусениц, питавшихся листьями дуба, полностью исчезает арахидовая кислота, уменьшается доля линолевой и резко увеличивается количество линоленовой кислоты (в 3,4 раза - в IV; 13,4 раза - в V возрастах).

Облепиха→тополь Гусеницы, перешедшие с листьев облепихи на тополь, значительно уступают контролю (облепиха) по содержанию воды (на 2,3% - в IV, 1,5% - в V) и основным биохимическим показателям: углеводов и белков.

При питании листьями тополя накопление липидных запасов в организме гусениц происходит медленнее, чем в контроле. По всей вероятности, это обусловлено интенсификацией окислительных процессов в организме, которая приводит к полному исчезновению из жирно-кислотного состава арахидовой кислоты и резкому снижению количества линолевой кислоты.

Обобщая результаты анализов перевода гусениц непарного шелкопряда с одной породы на другие, можно заключить, что в основном имеет место ингибирование биосинтеза углеводов и белков в организме вредителя. Происходит также некоторое снижение липидных запасов, что сопровождается существенными количественными и качественными изменениями жирно-кислотного состава.

При смене кормового растения по схеме дуб→яблоня, наоборот, отмечается некоторая стимуляция углеводного и белкового обменов вредителя. Отмечается также накопление общих липидов, однако липиды у них более насыщены, чем в контроле. Следует отметить, что ненасыщенные жирные кислоты (в частности олеиновая, линолевая и линоленовая) имеют особое значение для насекомых. По мнению некоторых авторов, они устраняют появление деформированных крыльев у имаго [15], а также являются пластическим и энергетическим материалом для формирования яиц [8].

Ингибирование обмена веществ непарного шелкопряда и ухудшение физиологического состояния популяции можно объяснить тем, что принудительный перевод гусениц с одного корма на другой приводит к перестройке пищеварительной и детоксикационной систем фитофага. На это уходит значительная часть усвоенной энергии, которая могла бы пойти на прирост биомассы и накопление резервных питательных веществ. Поэтому неудивительно, что в подобных опытах у Коникова [7] и Баранчикова [1, 2] гусеницы непарного шелкопряда предпочитают оставаться на корме, который гарантирует дальнейший прирост и развитие, и отказываются от перехода на новый, возможно, даже более благоприятный корм.

Следует также отметить, что влияние смены кормового растения на физиолого-биохимическое состояние гусениц с возрастом ослабевает. Обусловлено это, по всей вероятности, тем, что в старших возрастах пищеварительная система вредителя адаптирована к качеству корма больше, чем в младших возрастах.

Таким образом, снижение темпа развития и погашение очага непарного шелкопряда можно ожидать при вынужденной миграции гусениц на другие кормовые породы. При этом нарушается обмен веществ вредителя, что, в свою очередь отрицательно влияет на его общее физиологическое состояние и снижает плодовитость имаго.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранчиков Ю.Н. Вестник зоол., 1, 83-84, 1980а.
2. Баранчиков Ю.П. Роль дендрофильных насекомых в таежных экосистемах. 8-9, Красноярск, 1980 б.
3. Воронцов А.И. Биологические основы защиты леса, 324, М., 1963.
4. Иоганзен Б.Г. Тр. Томского университета. 148, 133, 1960.
5. Ильинский А.И. Непарный шелкопряд и меры борьбы с ним. 63, М.-Л., 1959.
6. Ильинский А.И., Тропин И.В. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. 525, М., 1965.
7. Коников А.С. Регуляторы численности лесных насекомых. 86, Новосибирск, 1978.
8. Киреева Н.М. Экология и физиология непарного шелкопряда. 126, Киев, 1983.
9. Методы биохимических исследований. 271, Л., 1982.
10. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений 150, М., 1976.
11. Радкевич В.А. Экология листогрызущих насекомых. 238, Минск, 1980.
12. Рожков А.С., Васильева Т.Г. Непарный шелкопряд в Средней и Восточной Сибири. 4-19, Новосибирск, 1982.
13. Хансен Т.Е., Вийк М.О. Зоол. журн. 8, 3, 380-387, 1979.
14. Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randal R.J. J.Biol.Chem., 193, 1, 265, 1951.
15. Rock G.C. Insect Physiol., 31, 1, 9-43, 1985.

Поступила 28.III.2005