

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ

На правах рукописи

ДЕНИСОВА СВЕТЛАНА ИВАНОВНА

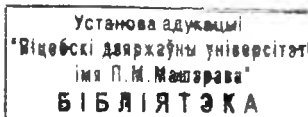
УДК 595.7.15+638.2

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КИТАЙСКОГО
ДУБОВОГО ШЕЛКОПРЯДА /ANTHRAEA PERNYI G.-M. /
НА БЕРЕЗЕ БОРОДАВЧАТОЙ В БЕЛОРУССИИ

Специальность 03.00.09 - энтомология

а в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Баку - 1985

Работа выполнена в Институте зоологии АН БССР и на кафедре зоологии Витебского государственного педагогического института им. С. М. Кирова.

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки БССР В. А. РАДКЕВИЧ

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук А. А. АБДИНБЕКОВА

доктор биологических наук, профессор С. М. САРКИСЯН

Ведущее учреждение – Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН Украинской ССР.

Защита диссертации состоится " _____ " _____ 1985 г.
в _____ часов на заседании Специализированного Совета
(Д.004.03.01) при Институте зоологии АН Азерб.ССР.

Адрес: 370602, Баку, ГСП, II28 проезд, квартал 504,
Институт зоологии АН Азерб.ССР.

Отзывы в 2-х экземплярах просим направлять по адресу:
370602, Баку, II28 проезд, квартал 504, Институт зоологии
АН Азерб.ССР. Ученому секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
зоологии АН Азерб.ССР.

Автореферат разослан " _____ " _____ 1985 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета,
кандидат биологических
наук

Н. С. АСАДОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Разведение моновольгинной породы китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) в Белоруссии выдвинуло проблему перевода этого насекомого с дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на березу бородавчатую (*Betula pendula* Roth.) ввиду ограниченности запасов дубовых и широкого распространения березовых насаждений.

В связи с этим возникла необходимость детального изучения возможности промышленного разведения моновольгинной породы дубового шелкопряда на березе бородавчатой в Белоруссии с целью получения адаптированной к новому растению кормовой линии. Актуальность изучения путей возникновения пищевых и физиологических адаптаций у дубового шелкопряда при смене кормового растения вытекает из большого народнохозяйственного значения вида, так как березовую кормовую линию можно использовать в качестве дополнительного источника шелкового сырья и для улучшения племенного материала путем скрещивания с кормовыми линиями, выведенными на Украине.

Цель работы: исследование эколого-физиологических особенностей развития моновольгинной породы дубового шелкопряда на новом кормовом растении – березе бородавчатой, а также поиски эффективных способов повышения его жизнеспособности и продуктивности.

Задачи исследования: 1. Изучение морфологических особенностей березовой кормовой линии моновольгинной породы дубового шелкопряда.

2. Исследование влияния особенностей биохимического состава березы бородавчатой на физиологическое состояние дубового шелкопряда.

3. Изучение процессов потребления, утилизации и ассимиляции листа березы гусеницами дубового шелкопряда.

4. Исследование энергетики питания гусениц дубового шелкопряда в зависимости от кормового растения.

5. Разработка способов повышения жизнеспособности гусениц дубового шелкопряда путем использования выдержанного листа березы, применения биологического отбора гусениц и определения оптимальной плотности размещения гусениц в инсектарии промышленного типа.

Научная новизна. Получены новые данные об изменениях белкового, углеводного, липидного обмена в организме дубового шелкопряда при переходе с дуба на березу. Впервые изучены особенности распределения энергии пищи на нужды организма при переходе с одного кормового растения на другое и рассчитан энергетический баланс гусениц дубового шелкопряда. Определены коэффициенты утилизации и эффективности использования потребленной и усвоенной пищи на рост гусениц в зависимости от химизма кормового растения. Впервые дано полное морфологическое описание моноvoltинной породы китайского дубового шелкопряда и изучены морфологические изменения, возникающие у березовой кормовой линии данного вида.

Теоретическое значение исследования вытекает из важности изучения влияния смены корма на расширение спектра кормовых растений у полезных насекомых и на познание закономерностей возникновения насекомых-вредителей при их переходе с дикорастущих на культурные растения. Механизм адаптации к новому кормовому растению сложен, малоизучен, поэтому исследования в этом направлении важны в теоретическом отношении.

Практическая ценность работы. На основании изучения процессов потребления, утилизации и ассимиляции нового вида пищи разработаны предложения по организации рационального кормления дубового шелкопряда на березе бородавчатой в Белоруссии. В результате определения оптимальной плотности размещения гусениц выявлен необходимый метраж полезной площади инсектария промышленного типа. Практические и теоретические материалы, содержащиеся в диссертации, используются при чтении курсов экологии и биогеографии студентам-биологам Витебского государственного педагогического института им. С.М. Кирова. За разработку нового способа выкорки гусениц дубового шелкопряда получено авторское свидетельство № 1015374. Применение нового способа позволяет повышать жизнеспособность дубового шелкопряда до 15% и более эффективно использовать заготовленный корм.

Апробация работы. Результаты проводимых исследований докладывались на научно-методических конференциях профессорско-преподавательского состава Витебского пединститута (Витебск, 1978, 1980, 1982, 1983), на заседаниях Белорусского отделения ВЭО (Минск, 1981, 1982), Республиканской зоологической конференции

(Минск, 1983), Всесоюзной конференции зоологов педвузов (Витебск, 1984).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 работ.

Объем работы. Диссертационная работа содержит 251 страницу машинописного текста (из них 31 страница приложения) и состоит из введения, 7 глав, выводов, предложений производству, списка цитируемой литературы из 279 названий, в том числе 97 зарубежных авторов; иллюстрирована 49 таблицами, 17 рисунками. В приложении дается полное морфологическое описание всех фаз онтогенеза моновольгинной породы китайского дубового шелкопряда, разводимой в СССР.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава I. Обзор литературы.

На основании анализа отечественных и зарубежных публикаций дан обзор состояния изученности вопроса о возникновении морфологических, физиологических и энергетических адаптаций у насекомых - битофогов на разных кормовых растениях.

Глава II. Материал и методика.

Исследования проводились на экспериментальной базе проблемной научно-исследовательской лаборатории при кафедре зоологии Витебского педагогического института им.С.М.Кирова в период с 1976 по 1982 годы. Материалом для работы служили все фазы онтогенеза китайского дубового шелкопряда моновольгинной породы, полученной на греначном пункте лесхоза Киверцы Волынской области. В качестве корма использовались срезанные ветви березы бородавчатой. Контролем служила выкормка дубового шелкопряда на срезанных ветвях дуба черешчатого. Все эксперименты проводились в трехкратной повторности. Изучение морфологического строения всех фаз онтогенеза дубового шелкопряда проводилось с помощью бинокулярной лупы МБС-2. Во всех экспериментах учитывались продолжительность развития и скорость роста гусениц, жизнеспособность и масса гусениц, куколок, имаго, гренн; шелконосность коконов, фактическая и потенциальная плодовитость бабочек. Оценку количества съеденного корма и выделенных экскрементов, а также прирост зоомассы гусениц проводили по весовому методу (Maidbauer, 1968).

В основу энергетических расчетов было положено балансовое равенство (Винберг, 1962; Сушеня, 1975). Величины калорийности

определяли методом мокрого сжигания (Остапеня, 1968). Интенсивность дыхания гусениц определяли при помощи аппарата Зарбурга. Образцы листьев для химического анализа заготавливали по методике С.А.Демяновского и соавт. (1958), анализ листа и гела насекомого проводился по методикам Ю.Б.Филипповича и соавт. (1975). Содержание Са, Mg, K, P определялось по Х.Н.Починку (1976). Определение кислотности пищи и экскрементов гусениц выполнялось по методике Р.Д.Гальцовой (1945), кислотность гемолимфы гусениц с помощью прибора АЗЛ -2.

Глава III. Морфологическая характеристика китайского дубового шелкопряда

Для выявления изменений морфологического строения дубового шелкопряда при адаптации к питанию листом березы нами впервые сделано полное морфологическое описание всех фаз онтогенеза данного вида. Особый интерес представляют исследования хе-тогаксии гусениц дубового шелкопряда, так как полученные данные способствуют накоплению немногочисленного пока фактического материала, необходимого для выяснения филогенетической классификации гусениц.

Проведенные исследования позволили установить наличие морфологических изменений у кормовой линии дубового шелкопряда на березе бородавчатой. К ним относятся достоверное увеличение размеров и массы гусениц, куколок, имаго и яиц, изменение цвета кокона с коричневого на светло-серый и появление интенсивной сиреневой окраски на крыльях бабочки. Возрастное изменение размеров и массы гусениц, куколок, имаго и яиц дубового шелкопряда на березе можно трактовать как адаптивную реакцию организма, направленную на повышение выживаемости насекомого на этом растении.

Глава IV. Физиологическая реакция дубового шелкопряда на специфичность биохимического состава березы бородавчатой

Изучение углеводного обмена показало, что концентрация суммарного количества углеводов в гемолимфе гусениц значительно увеличивается с их возрастом, причем уровень содержания углеводов у гусениц на березе выше, чем на дубе. К концу пятого возраста содержание углеводов несколько снижается вследствие их использования на биосинтез резервных углеводов и полипептид-

ных цепей фибрина шелка, что также способствует повышению шелконосности коконов.

Установлено, что у гусениц I-II возрастов на березе синтез белка задерживался, а у гусениц старших возрастов (IV-V) шел более быстрыми темпами, чем на дубе. Повышение интенсивности белкового обмена у гусениц старших возрастов при питании листом березы приводит к увеличению шелконосности коконов (табл. I). Одной из причин интенсификации процессов углеводного и белкового обмена насекомых по мнению многих авторов (Саммерсов, Горовая, 1976; Thompson, 1979 и др.) следует считать высокое содержание растворимых углеводов в кормовом растении. Результаты сделанного нами сравнительного биохимического состава листьев дуба и березы показали, что лист березы уступает дубу по концентрации азотистых соединений, но превосходит по количеству растворимых углеводов и липидов (рис. I). Это приводит к более высокому уровню накопления резервных веществ - жиров и гликогена в организме дубового шелкопряда. Но динамика синтеза липидов в организме гусениц не совпадает с ходом сезонного изменения концентрации растительных липидов. Так, количество жира в листьях березы выше, чем в листьях дуба на всем протяжении вегетации почти в два раза, но у гусениц младших возрастов на березе темп образования липидов ниже, чем на дубе, а к пятому возрасту значительно превышает таковой у гусениц на дубе. Очевидно, какие-то факторы пищи оказывают отрицательное влияние на скорость процессов белкового и липидного обмена у гусениц младших возрастов. Ход накопления гликогена в организме дубового шелкопряда обнаруживает аналогичную тенденцию. Наблюдается также половой диморфизм по уровню содержания жиров и гликогена. Самки аккумулируют меньше жира, чем самцы, а недостаток энергетического материала покрывают более высоким, чем у самцов, содержанием гликогена. Вероятно, на биохимическом уровне эволюция дубового шелкопряда шла в направлении замены части резервных липидов гликогеном, что необходимо для покрытия энергетических потребностей, а также для снабжения питательными веществами эмбриона, которое осуществляется через самку.

Питание гусениц листом березы повышает устойчивость диапаузы у куколок. Одной из причин этого является более высокий уровень накопления жиров и гликогена, так как количественное

содержание их влияет на стойкость диапаузы (Ушатинская, 1980). Интенсификация белкового, углеводного и липидного обмена у гусениц старших возрастов на березе приводит к возрастанию скорости весового роста и увеличению зоомассы гусениц (табл. I). На березе масса гусениц перед завивкой кокона превышает таковую на дубе на 25%. Масса куколок - самок на березе увеличивается по сравнению с контролем на 23%, самцов - на 20%. Фактическая плодовитость на березе превышает таковую контроля на 16%. Важно изменение полового индекса при переходе дубового шелкопряда с дуба на березу. На дубе самцов больше, чем самок, а на березе происходит сдвиг в сторону увеличения числа самок, количество которых превышает число самцов на 7%. Нами установлено, что лист березы содержит больше ненасыщенных липидов, чем лист дуба. Принимая во внимание исключительно важную роль ненасыщенных липидов в овогенезе, следует предположить, что возрастание количества отложенных бабочками яиц при питании гусениц листом березы частично обусловлено более высокой концентрацией в корме этих соединений.

Как видно, сдвиг обменных процессов в организме дубового шелкопряда в сторону интенсификации под влиянием специфики химического состава листа березы (повышенное содержание растворимых углеводов, общих и непредельных липидов) приводит к увеличению массы тела всех стадий развития, возрастанию плодовитости имаго, преобладанию количества самок над самцами, а также к увеличению количества диапаузирующих куколок и шелконосности коконов.

Питание листом березы увеличивает продолжительность гусеничной фазы развития, сокращает срок развития имаго. Замедление темпов развития характерно в основном для гусениц I-II возрастов. У них увеличивается период активного питания на 2 суток и почти вдвое увеличивается время линьки, особенно в первом возрасте.

Развитие гусениц старших возрастов на березе протекает с такой же интенсивностью, как и на дубе, но отставание, возникшее в начале развития, сохраняется. Параллельно увеличению продолжительности развития гусениц дубового шелкопряда на березе возрастает их смертность. Причем гусеницы младших возрастов оказываются наиболее ослабленными. Наиболее отрицательное влияние на выживаемость гусениц первого возраста оказывает молодой

Таблица I

Физиологические показатели организма дубового шелкопряда в зависимости от кормового растения

Стадия развития	Показатели	Кормовое растение	
		Дуб	Береза
Яйцо	белок, % сух. желточной массы	6,58±0,09	8,84±0,50
	липиды, % сух. массы	30,71±1,24	35,18±1,07
	гликоген, % сух. массы	7,27±0,21	12,69±0,63
	жизнеспособность, %	86,41±1,02	93,32±1,05
	масса, мг	8,08±0,18	9,05±0,31
Гусеница	белок, % сух. массы ге-молимфы	12,48±0,56	15,02±0,61
	липиды, % сух. массы	12,41±0,43	16,38±0,45
	масса перед окукл. г	11,91±0,97	14,90±0,53
	продолжит. разв., сут.	57,08±0,75	63,57±1,12
	жизнеспособность, %	75,31±2,42	63,27±1,78
Куколка	белок, % сух. массы ге-молимфы	13,01±0,13	15,09±0,52
	липиды, % сух. массы	21,45±1,05	29,39±1,15
	гликоген, % сух. массы	5,98±0,30	9,89±0,80
	масса, г	6,05±0,18	7,46±0,29
	шелконосность кокона, %	8,70±0,15	9,40±0,10
Имаго	плодовитость факт. шт.	168,0 ±3,41	194,48±4,33
	половой индекс	0,48	0,55
	вольтинность, %	7,69	0,87
	продолжит. разв. сут.	14,83±0,35	12,10±0,20
	жизнеспособность, %	92,06±1,01	97,35±1,09

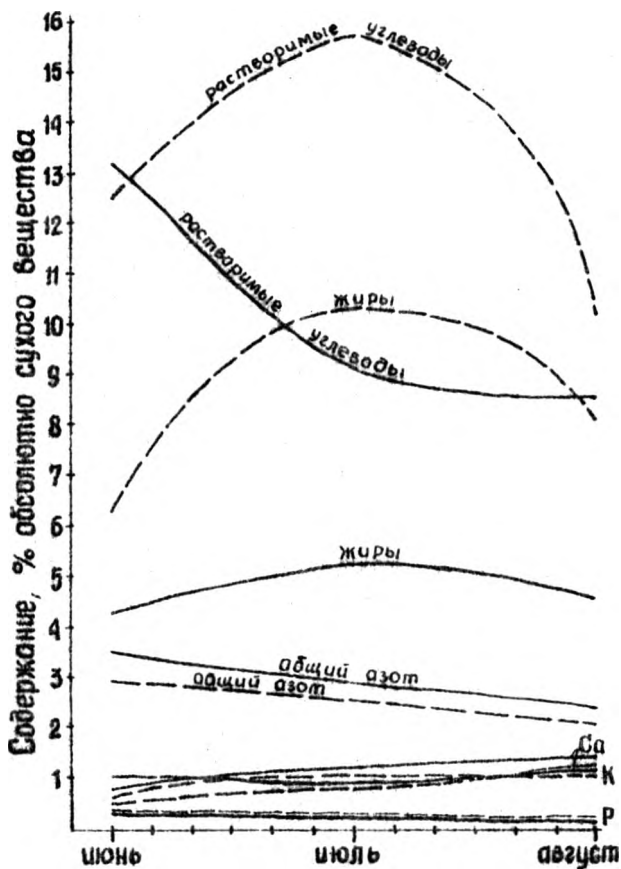


Рис. I. Биохимическая характеристика кормовых растений монокультурной породы китайского дубового шелкопряда (— дуб, --- береза; средние данные за 1978-1982 гг.)

лист березы. На этом корме их погибает на 15% больше, чем на дубе. Жизнеспособность гусениц старших возрастов на березе существенно не отличается от контроля, что может свидетельствовать как о постепенной адаптации гусениц к новому кормовому растению, так и о возможном изменении биохимического состава листа березы в течении вегетации в благоприятную для развития дубового шелкопряда сторону. Существенных отличий в выживаемости куколок не обнаружено, а жизнеспособность имаго на березе достоверно превышает таковую на дубе.

Яйца дубового шелкопряда на березе содержат больше белка, жира и гликогена, чем на дубе, что способствует лучшему выживанию зародыша и является одной из причин повышения жизнеспособности яиц этого насекомого при переходе с дуба на березу.

Одной из причин задержки развития и понижения жизнеспособности дубового шелкопряда на березе бородавчатой следует считать отрицательный для гусениц младших возрастов баланс белков и углеводов, действие которого по времени совпадает с падением уровня содержания воды и растворимых углеводов в молодых листьях березы, что вызывает у гусениц понижение способности усваивать азот листа (табл. 2).

Таблица 2

Эффективность утилизации азота пищи гусеницами
различных кормовых линий дубового шелкопряда, %
(средние данные за 1978-1981 гг.)

Растение	Возраст гусениц				
	Л ₁	Л ₂	Л ₃	Л ₄	Л ₅
Дуб -	95,72±	91,11±	68,48±	75,20±	55,0±
контроль	1,05	1,32	0,70	1,25	0,97
Береза	91,31±	88,20±	67,42±	82,7 ±	65,30±
	0,83	1,26	0,55	0,48	1,34

Для нормального роста и развития насекомых не менее важное значение, чем органические, имеют минеральные компоненты листа кормового растения. Нарушение работы буферных систем, вследствие недостатка минеральных веществ в пище, снижает жизнеспособность организма насекомых (Проссер, 1977). Так как переход дубового шелкопряда к питанию листом березы, вместо дуба, пони-

жает его жизнеспособность, возникла необходимость изучения минерального состава листа дуба и березы. В результате проведенного анализа установлено, что в начале вегетации содержание Са и К в листьях дуба в два раза выше, чем в листьях березы. К концу вегетационного периода это различие сглаживается. Существенных различий в содержании фосфора в листьях дуба и березы не установлено (рис. I). Но соотношение калия и фосфора оказывает значительное влияние на состояние кислотно-основного равновесия в организме, следовательно, на жизнеспособность дубового шелкопряда.

Молодой лист березы обладает специфичным калий-фосфорным балансом, так как содержит почти в два раза больше фосфора по отношению к калию. Избыток фосфора в пище приводит к сдвигу кислотно-основного равновесия в сторону окисления, что уменьшает щелочность среды кишечного содержимого и, следовательно, уменьшает активность пищеварительных ферментов гусениц. Затрудненное переваривание листа березы ослабляет организм гусениц младших возрастов.

Отрицательно складывающийся баланс катионов К и Са в молодых листьях березы также способствует ослаблению организма гусениц младших возрастов в связи со смещением кислотно-основного равновесия в сторону окисления. Согласно нашим данным лист березы, по сравнению с листом дуба, имеет повышенную кислотность растительного сока в начале вегетации и пониженную в конце. Следовательно, гусеницы младших возрастов на березе получают корм повышенной кислотности, что в сочетании с неблагоприятно складывающимися углеводно-белковым, калий-фосфорным и кальций-калиевым балансами также способствует сдвигу кислотно-основного равновесия в сторону окисления, т.е. к ослаблению организма и снижению его жизнестойкости. О наличии изменения состояния кислотно-основного равновесия в сторону окисления свидетельствуют данные по изучению кислотности экскрементов и гемолимфы гусениц I-II возрастов, питающихся листом березы.

Таким образом, физиологическая реакция организма дубового шелкопряда на переход к питанию листом березы бородавчатой имеет две стороны: положительную и отрицательную. Отрицательное воздействие специфики биохимического состава листа березы на дубового шелкопряда заключается в увеличении его смертности и замедлении темпов развития на гусеничной фазе, что вызвано

целым рядом неблагоприятных факторов, а именно: в начале вегетации лист березы содержит меньше азота и воды, имеет отрицательные значения углеводно-белкового, калий-фосфорного и калий-кальциевого соотношений, вдвое меньшее количество ионов К и Са и более высокую кислотность по сравнению с листом дуба. Действие всех перечисленных выше факторов затрудняет ход процессов утилизации и усвоения пищи и служит одной из причин задержки роста и понижения жизнеспособности гусениц младших возрастов.

Положительный результат перевода дубового шелкопряда на березу бородавчатую состоит в следующем: повышенная концентрация в листьях березы растворимых углеводов, общих и ненасыщенных липидов приводит к сдвигу белкового, углеводного и липидного обмена организма гусениц старших возрастов в сторону интенсификации, что сопровождается в конечном итоге большим накоплением депонированных веществ, возрастанием зоомассы всех фаз развития дубового шелкопряда и существенным повышением шелконосности коконов. Более высокий уровень накопления депонированных веществ способствует повышению вольтичности дубового шелкопряда, что улучшает качество племенного материала. Более высокий уровень накопления зоомассы куколок повышает плодовитость бабочек и жизнеспособность личиц, что компенсирует повышенную смертность дубового шелкопряда на гусеничной фазе. Вступает в действие и такой механизм регуляции численности насекомых, как изменение соотношения полов или изменение полового индекса в сторону увеличения количества самок. Следовательно, перевод дубового шелкопряда на березу бородавчатую улучшает его хозяйственно полезные признаки и дает возможность получать высококачественную полезную продукцию в виде коконов и грен.

Глава У. Пищевые потребности и продуктивность дубового шелкопряда на березе бородавчатой

Химический состав листьев кормового растения непосредственно влияет на уровень ее потребления, переработки и усвоения гусеницами дубового шелкопряда. Пониженное содержание азота в листьях березы приводит к увеличению потребленного корма на 30%, так как для получения необходимого количества азота гусенице приходится потреблять больше пищи, чем при выкармках на дубе. Утилизация листа березы уменьшается на 15%, эффектив-

ность использования потребленной пищи на прирост зоомассы снижается на 5%, но эффективность использования усвоенного листа березы на рост тканей увеличивается на 9-10%, по сравнению с питанием листом дуба.

Установлено, что гусеницы разных возрастов качественно отличаются друг от друга по уровню потребления и усвоения листа березы. Для гусениц младших возрастов характерны самый высокий уровень потребления и самые низкие значения утилизации и усвоения березового листа, что указывает на незначительную питательную ценность этого корма, что подтверждается данными химического анализа.

Зрелый лист березы, которым питаются гусеницы старших возрастов, имеет большую питательную ценность, чем лист дуба. Поэтому уровень его потребления на единицу массы снижается, но утилизируется он не лучше листа дуба, хотя использование усвоенного на прирост массы тела значительно превосходит аналогичные показатели на дубе. Следовательно, основная тяжесть перестройки работы пищеварительной и других систем падает на гусениц младших возрастов. Они несут дополнительные энергопотери как плату за адаптацию к новому виду пищи, что ослабляет их, делает менее жизнеспособными, снижает скорость прироста массы, удлиняет продолжительность развития и отрицательно складывается на ходе белкового и углеводного обмена.

Организм гусениц старших возрастов, судя по данным индексов питания, очевидно, благодаря передаче пищевой настроенности в ходе развития и изменения биохимического состава пищи в процессе вегетации, обеспечивает более высокую эффективность использования нового кормового субстрата, хотя в целом пищевая адаптация гусениц дубового шелкопряда к перевариванию и усвоению качественно нового вида пищи находится еще в стадии формирования.

Установлено, что время доступа гусениц к пище равное 12-16 часам в сутки дает им возможность получить минимальное количество корма, необходимое для нормального развития насекомого. На дубе этот минимум равен 25-30 г/особь. Минимальная масса гусениц, ниже которой гусеницы теряют способность нормально окукливаться, при питании листом дуба равна 8 г. Содержание гусениц на минимальном рационе отрицательно сказывается на их жизнеспособности, удлиняет срок выкормки, снижает уровень пло-

довитости имаго, но на жизнеспособность яиц влияния не оказывает. Величина оптимального кормового рациона на дубе колеблется в пределах 40 г/особь. Для получения такого количества пищи она должна находиться в доступной для гусениц форме в течение 20 часов в сутки. Такое количество пищи обеспечивает самый высокий темп утилизации и наибольшую эффективность использования ее на прирост массы, а, следовательно, самую высокую жизнеспособность и плодовитость дубового шелкопряда. Применение максимального рациона (60 г/особь) менее выгодно, так как эффективность переработки избыточного количества пищи уменьшается и прирост массы тела гусениц идет медленней, чем при оптимальном рационе. Данные выхода полезной продукции показывают, что на каждый килограмм съеденного листа дуба при оптимальном рационе получается коконов на 25%, шелка на 50%, грены на 16% больше, чем при минимальном рационе. Выход полезной продукции при применении максимального рациона питания уменьшается.

Кормление гусениц листом березы бородавчатой по тем же периодам доступа к пище показало, что минимальный рацион составляет около 40 г/особь, что на 33% больше минимального рациона на дубе. Период активного питания гусениц увеличивается на 3 суток. Следовательно, для получения соответствующего количества питательных веществ из непривычного корма гусеницы поглощают большее количество пищи и затрачивают на это больше времени, чем на предпочитаемом растении - дубе черешчатом. Уровень критической массы гусениц на березе выше, чем на дубе примерно на 20%. Оптимумом, на основании значений показателей физиологического состояния дубового шелкопряда, следует считать потребление гусеницами пищи в количестве 60 г/особь (максимум равен 80 г.) березового листа на особь.

При оптимальной норме кормления с каждого килограмма использованного листа получается коконов на 13%, шелка на 27%, грены на 20% больше, чем в случае содержания гусениц на минимальной диете. На березе биологическая продуктивность дубового шелкопряда в расчете на единицу корма несколько ниже, чем на дубе, но общая урожайность коконов больше за счет увеличения их массы. Поэтому выход полезной продукции при использовании на выкормках березы вместо дуба значительно выше.

Данных по рациональному использованию листа березы для про-

мышленного разведения дубового шелкопряда нет. Поэтому, на основании определения оптимальных кормовых рационов, нами был сделан расчет потребности в корме для партий гусениц каждого возраста. Установлено, что для получения 300 кг коконов в условиях Белоруссии необходимо 9 т облиственных веток березы, что на 32% больше, чем при выкорке на дубе. Но увеличение расхода корма при использовании березы компенсируется повышением урожайности коконов. Таким образом, организация рационального кормления дубового шелкопряда с применением оптимальных норм кормления дает максимум полезной продукции как на дубе, так и на березе, причем выход полезной продукции на березе не уступает таковому на дубе.

Глава VI. Биоэнергетика питания гусениц дубового шелкопряда на новом кормовом растении

Установлено, что калорийность листа березы выше, чем дуба. При этом по мере старения листа происходит снижение калорийности независимо от вида растения. Но темпы этого процесса различны у разных кормовых растений. Так, на дубе наиболее калорийную пищу получают гусеницы I-III возрастов, а на березе гусеницы IV-V возрастов. Калорийность экскрементов имеет такую же тенденцию к уменьшению, как и калорийность листа. Калорийность сухой массы гусениц с одной стороны отражает зависимость от энергетической ценности пищи, с другой - от возраста гусениц. Так, калорический эквивалент гусениц I возраста на дубе в июне составлял 2,8 ккал/г, гусениц V возраста в августе - 3,5 ккал/г; на березе у гусениц I возраста - 3,7 ккал/г, а в пятом возрасте - 4,8 ккал/г. Обнаружены различия интенсивности дыхания гусениц в связи с питанием листом разных растений. Гусеницы I-II возраста на березе поглощают кислорода в среднем на 350 мм³ (за 1 час на 1 г живого веса) больше, чем на дубе. У гусениц IV-V возрастов на березе, наоборот, потребление кислорода несколько снижается. Одной из причин возрастания интенсивности дыхания у гусениц I-II возрастов на березе следует считать неблагоприятное воздействие качественно нового кормового растения, по сбалансированности основных биохимических и минеральных компонентов уступающего предпочитаемому дубу черешчатому.

Анализ данных суточного баланса энергии гусениц показал, что энергия нового вида пищи в I-II возрастах используется не-

эффективно. На создание 1 г массы тела тратится в 1,5 раза больше энергии пищи, чем на дубе. Затраты энергии на дыхание возрастают, траты энергии на локомоцию и линьку больше, чем на дубе в 2,5 раза. У гусениц старших возрастов на березе траты энергии пищи на прирост массы превышают таковые на дубе, затраты энергии на обменные процессы снижаются.

Таким образом, переход дубового шелкопряда с дуба на березу сопровождается ростом энергетических затрат на создание зоомассы с одновременным снижением количества энергии, используемой на обменные процессы. Так, количество энергии, затрачиваемой на рост зоомассы увеличивается на 10%, количество энергии, идущей на дыхание, уменьшается на 15%, а затраты энергии на линьку и локомоцию становятся большими, чем на дубе примерно на 6-7%. Снижение уровня затрат энергии на процессы жизнедеятельности дубового шелкопряда свидетельствует об уменьшении его жизнеспособности на данном кормовом растении, что подтверждается предидущим анализом его физиологического состояния и имеет свои причины в специфике химического состава нового корма. Увеличение затрат на прирост зоомассы очень важно в экономическом отношении, так как позволяет получать большое количество высококачественного коконного сырья.

Глава УП. Способы повышения жизнеспособности и биологической продуктивности дубового шелкопряда на березе бородавчатой

Разделение вторично полинявших гусениц на группы "отбор, 75%" и остаток, 25%" при питании листом березы бородавчатой освобождает выкормочную партию от ослабленных действием неблагоприятного кормового фактора особей, что дает положительный эффект, заключающийся в сокращении сроков развития, увеличении темпов роста и жизнеспособности гусениц, повышении плодовитости и хозяйственной продуктивности дубового шелкопряда. Это подтверждается возрастанием уровня накопления белков, углеводов и липидов у гусениц группы "отбор, 75%".

При выдерживании березовых ветвей в условиях темноты и 90-100% влажности в течение 2-х суток в листьях увеличивается содержание растворимых углеводов, улучшается углеводно-белковый баланс, т.е. питательная ценность корма возрастает. Оптимальный срок выдержки, при котором сохраняется максимальное количество растворимых углеводов и наиболее благоприятное для раз-

вития дубового шелкопряда углеводно-белковое соотношение, лежит в пределах 12-48 часов. Сходный результат по нарастанию количества растворимых углеводов при хранении срезанных ветвей бука получен А.М. Галушко (1965). При кормлении гусениц обработанными таким образом листьями березы наблюдается повышение их жизнеспособности на 15% (в основном за счет снижения смертности в I-II возрастах), значительное увеличение массы гусениц и коконов, возрастание плодовитости имаго, общее сокращение сроков анкормки. На улучшение физиологического состояния при скормливанні выдержанного на протяжении 48 часов листа березы указывают данные по увеличению в теле гусениц пятого возраста содержания азотистых соединений, липидов и гликогена.

Описанный способ приготовления корма для гусениц дубового шелкопряда (авт. свид. № 1015874) позволяет значительно снизить смертность гусениц младших возрастов и повысить продуктивность дубового шелкопряда, что делает возможным использование березы в промышленных масштабах как в Белоруссии так и в прилегающих районах РСФСР.

Установлено, что при последовательном увеличении числа особей на единицу площади от 100 до 1000 максимальная скорость роста и минимальная смертность наблюдается у гусениц III возраста при плотности размещения 600 экз/м^2 , у гусениц IV возраста 400 экз/м^2 , V возраста 300 экз/м^2 . В целом за весь период развития оптимум плотности дежит в пределах $200-300 \text{ экз/м}^2$, т.е. он в основном совпадает с оптимумом для гусениц V возраста. Это совпадение можно объяснить тем, что продолжительность V возраста составляет одну треть всего периода развития гусениц и именно в этом возрасте поглощается основная масса пищи, образуется шелк, идет интенсивное накопление необходимых для развития последующих фаз энергетического и пластического материалов. Наибольшая плодовитость имаго наблюдается в вариантах с плотностью размещения гусениц от 100 до 400 экз/м^2 . Увеличение количества гусениц на единице площади уменьшает плодовитость имаго, но на жизнеспособности яиц не отражается. Наибольшую урожайность коконов дают варианты с плотностью размещения гусениц от 100 до 300 экз/м^2 .

Таким образом, оптимум плотности гусениц III возраста равен 600 экз/м^2 , гусениц IV возраста 400 экз/м^2 , V возраста 300 экз/м^2 . Соблюдение этих норм размещения гусениц позволит

получать максимум продукции с каждого метра полезной площади инсектария и определить необходимый оптимум его размеров. Расчеты показывают, что для выкармливания гусениц на березе из 1 кг гречи и получения 300 кг коконов площадь инсектария должна составлять не менее 380 м², т.е. на 130 м² больше, чем при выкармливании на дубе и на 50 м² меньше, чем на буке.

ВЫВОДЫ

1. Смена кормового растения оказывает влияние на изменение морфологических признаков дубового шелкопряда. Перевод дубового шелкопряда в течение нескольких поколений с дуба на березу вызывает увеличение размеров гусениц, куколок, имаго и яиц, изменяет окраску коконов и бабочек.

2. Адаптация к новому кормовому растению выражается изменениями физиологических процессов насекомого, которые проявляются в замедлении развития и снижении жизнеспособности гусениц, особенно младших возрастов, увеличении массы гусениц, куколок, имаго, яиц, повышении плодовитости и жизнеспособности имаго, сдвиге полового индекса в сторону увеличения самок, возрастании жизнеспособности яиц.

3. В результате изучения процессов потребления и усвоения листа березы гусеницами дубового шелкопряда установлено, что по сравнению с дубом происходит возрастание потребления пищи на 30%, снижение эффективности ее утилизации на 15% и уменьшение эффективности использования потребленной пищи на 5% с одновременным улучшением использования усвоенной пищи на прирост массы примерно на 10%. Утилизация и усвоение листа березы гусеницами дубового шелкопряда улучшаются по мере старения листа, что связано с изменением количественного состава важнейших его компонентов в течение вегетации. Кроме этого, происходит процесс перестройки пищеварительной и других систем гусениц, т.е. идет процесс физиологической адаптации.

4. Химический состав листа березы характеризуется меньшим по сравнению с дубом содержанием азотистых веществ, но повышенной концентрацией растворимых углеводов и общих липидов, что приводит к более интенсивному накоплению в организме дубового шелкопряда гликогена и жиров.

5. Биохимический состав листа березы изменяется в процессе вегетации. Молодой лист по сравнению со зрелым характеризуется

неблагоприятным для развития гусениц I-II возраста углеводно-белковым, калий-фосфорным и калий-кальциевым соотношениями, высокой кислотностью, недостаточным содержанием азота, воды, K, Ca, что отрицательно сказывается на процессах синтеза белка, жиров и углеводов, приводит к снижению жизнеспособности гусениц младших возрастов и замедлению их развития.

6. Перевод дубового шелкопряда на березу бородавчатую приводит к изменению энергетического баланса насекомого, которое выражается в снижении энергетических затрат на обменные процессы по сравнению с дубом на 15% и увеличению затрат на прирост массы на 10%, последнее оказывает положительное влияние на прирост шелкопродукции. Происходит общее возрастание количества энергии, расходуемой организмом гусениц в процессе роста и развития на березе бородавчатой. Энергетическая оценка важнейшего физиологического процесса - линьки указывает на увеличение затрат энергии на этот процесс, что наряду с уменьшением энергетических трат на дыхание свидетельствует о снижении жизнеспособности организма дубового шелкопряда при развитии на березе бородавчатой.

7. На повышение жизнеспособности и биологической продуктивности дубового шелкопряда при организации промышленных выкормок большое влияние оказывает использование способа приготовления березового корма /выдерживание ветвей в течение 48 часов в условиях 90-100% влажности и темноты/, что позволяет поднять жизнеспособность гусениц на 15% и значительно улучшить качество и увеличить количество коконного сырья; применение биологического отбора гусениц, которое приводит к оздоровлению выкормочных партий; рациональное размещение гусениц на стеллажах промышленного инсектария и применение оптимального (60-70 г/особь) рациона кормления.

8. Использование березы бородавчатой для выкормки дубового шелкопряда в Белоруссии улучшает его хозяйственно полезные признаки /возрастает масса коконов и количество грен/, что позволяет рекомендовать это кормовое растение в качестве заманителя дуба в средней полосе СССР.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В результате семилетнего (1976-1982) изучения физиологического состояния дубового шелкопряда монозольтинной породы в

условиях северо-востока Белоруссии при выкармливании гусениц листом березы бородавчатой рекомендуем:

1. Разводить моновольгинную породу китайского дубового шелкопряда в тех областях Белоруссии и РСФСР, где имеются безрезовые насаждения.

2. Для обеспечения в промышленных масштабах рационального питания гусениц листом березы бородавчатой необходимо применять следующие оптимальные нормы кормления по возрастам в расчете на 1000 гусениц: I возраст - 0,33 кг облиственных веток, II возраст - 1,95 кг, III возраст - 10,5 кг, IV возраст - 36,5 кг, V возраст - 140 кг. Расход корма в расчете на выкормку гусениц из 1 кг гренн составляет около 9 тонн облиственных веток березы.

3. В зависимости от возраста гусениц необходимо соблюдать следующий режим их кормления: гусеницам I-II возрастов нужно давать корм 1-2 раза в день; гусеницам III возраста три раза в день - 7, 12, 18 часов; гусеницам IV возраста 4 раза в день - 7, 12, 16, 21 час; гусеницам V возраста - 5 раз в день - 6, 10, 14, 18, 22 часа.

4. При выкормке гусениц из 1 кг гренн полезная площадь стеллажей промышленного инсектария должна быть для гусениц III возраста - 180 м²; для гусениц IV возраста - 240 м²; для гусениц V возраста - 380 м².

5. Разведение дубового шелкопряда на березе бородавчатой дает большое количество высококачественного коконного сырья. Для сохранения высокого качества коконов сбор их надо проводить по истечении 12 дней после начала завивки.

6. Для кормления гусениц дубового шелкопряда, особенно гусениц младших возрастов, свежесрезанные ветви березы надо помещать на деревянные решетчатые настилы, обильно обрызгивать водой и укрывать темной полиэтиленовой пленкой или брезентом, создавая таким образом условия 90-100% влажности и темноты. Выдержку в таких условиях нужно осуществлять в течение 8-48 часов. При кормлении гусениц обработанным таким образом листьями березы наблюдается значительное повышение их жизнестойкости, увеличение массы коконов и плодовитости имаго.

7. На протяжении всего периода выкормки в инсектарии промышленного типа необходимо поддерживать температурный режим в

пределах 15°-25°C, при относительной влажности воздуха в пределах 85-100%.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ДИССЕРТАЦИИ

1. Радкевич В. А., Роменко Т. М., Кузьмина (Денисова) С. И. Лес и неиспользованные еще ресурсы. - Ж. Родная природа, 1978, № 2, с. 6-10.
2. Радкевич В. А., Роменко Т. М., Денисова С. И. Особенности роста дубового шелкопряда моновольтинной породы "Полесский тас-сар" на разных кормовых растениях. - Ж. Изв. АН БССР, Сер. биол. наук, 1979, № 6, с. 104-107.
3. Радкевич В. А., Денисова С. И. Плодовитость дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) моновольтинной породы "Полесский тассар" в зависимости от физиологического состояния кормовых растений. - Ж. Изв. АН БССР, Сер. биол. наук, 1981, № 1, с. 130.
4. Радкевич В. А., Роменко Т. М., Денисова С. И. Скорость развития и продуктивность моновольтинной породы дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) на растениях различного физиологического состояния. - Ж. Изв. АН БССР, Сер. биол. наук, 1981, № 5, с. 127.
5. Радкевич В. А., Роменко Т. М., Денисова С. И., Соболев З. Н. Способ приготовления корма для дубового шелкопряда. Авт. св. СССР, кл. А 01.К 67/04, № 1015874, заявл. 27.10.81, № 334956, опубл. 7.5.1983.
6. Денисова С. И. Биоэнергетика гусениц моновольтинной породы дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) на березе бородавчатой. - В кн.: У Зоол. конф. БССР. Тез. докл. Минск, 1983, с. 45-46.
7. Радкевич В. А., Денисова С. И. Особенности роста и жизнеспособность дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) под влиянием биологического отбора. - В сб.: Биохимия насекомых, ИГиЛ им. В. И. Ленина, Москва, 1984, с. 157-164.
8. Денисова С. И. Некоторые аспекты адаптации китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) к питанию березой бородавчатой. - Ж. Общ. биол., 1984, № 1, с. 115-123.
9. Денисова С. И. Повышение биологической продуктивности моновольтинной породы китайского дубового шелкопряда в Белоруссии. В кн.: Тезисы докладов III Всесоюзной конференции зоологов педагогических институтов. Минск, 1984, с. 226-227.