АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭНЕРГЕТИКА РОСТА И РАЗВИТИЯ ЖИВОТНЫХ

СВЕРДЛОВСК 1985

УДК 591.53 : 591.134.6

Энергетика роста и развития животных: [Сб. статей]. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985.

Представлены результаты исследований энергетических особенностей роста и развития животных. Обсуждаются энергетический обмен в связи с дифференциацией размеров тела животных и биоэнергетика красных полевок. Рассматриваются особенности энергетики роста и развития воробьиных птиц, регуляция энергетического обмена в процессе роста амфибий, биоэнергетика наземных моллюсков и энергетика питания насекомых.

Сборник предназначен для зоологов и экологов, интересующихся энергетической оценкой процессов роста и развития животных.

Ответственные редакторы
доктор биологических наук **Н. Н. Данилов,**
кандидат биологических наук **С. Н. Постников**

Э $\frac{21001-1309-220(83)}{055(02)7}$ 24—1985

© УНЦ АН СССР, 1985

АКАДЕМИЯ НАУК СССР УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭНЕРГЕТИКА РОСТА И РАЗВИТИЯ ЖИВОТНЫХ · 1985

И. А. БОГАЧЕВА

СЕЗОННЫЕ РАЗЛИЧИЯ РОСТА И ЭНЕРГЕТИКИ ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК СЕВЕРНЫХ ВИДОВ ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ

Материалы по питанию беспозвоночных, накопленные к середине 60-х годов, позволили сделать некоторые обобщения, касающиеся их основных энергетических характеристик. Установлено, что зоофаги обладают высоким коэффициентом ассимиляции A/C, но одновременно, соответственно их активному образу жизни, довольно низким коэффициентом использования усвоенной пищи на рост $\Delta P/A$. Сапрофаги, напротив, имеют низкий коэффициент ассимиляции, так как потребляют корм, бедный питательными веществами. Фитофаги характеризуются промежуточными значениями коэффициента A/C; однако у видов, ведущих малоподвижный образ жизни, коэффициент $\Delta P/A$ сравнительно высокий [22].

В группу фитофагов входят следующие насекомые: грызущие филлофаги, минеры, галлообразователи, ризофаги, карпофаги, ксилофаги. Методические трудности, связанные с содержанием представителей большинства этих групп в лаборатории, привели к тому, что исследования в основном проводятся на группе грызущих филлофагов. Это экологически однородная группа, и разноречивые данные по росту, потреблению корма, основным энергетическим характеристикам ее разных видов до недавнего времени не были систематизированы и объяснены. С другой стороны, изучая питание листогрызущих насекомых, исследователи рассматривали листья растений только как пищевой субстрат; оценивали содержание в них основных питательных веществ (белки, жиры, углеводы, вода), иногда определяли также калорийность.

С середины 60-х годов стали изучать содержание основных пищевых компонентов в листьях растений разных видов, его сезонные и локальные различия [8, 9, 15, 14, 23, 21, 30]. Более того, растение рассматривалось уже не как пассивный объект питания насекомых, а как живой организм. Накоплены сведения по содержанию целого ряда защитных веществ — растительных аллелохемиков — в тканях растений [11, 1, 14, 18, 21, 33]. На

основании этих данных с учетом энергетики питания разных видов листогрызущих насекомых создана концепция разной пищевой стратегии видов с разной фенологией развития личиночной фазы [25, 26, 12].

Суть концепции сводится к следующему. Молодые листья многолетних растений, богатые белками и водой, представляют собой ценный кормовой субстрат для насекомых, однако они обычно содержат токсические вещества, эффективные в небольших концентрациях (например, сердечные гликозиды). Далеко не все виды насекомых могут приспособиться к этим веществам, но те, которые приспосабливаются, имеют в распоряжении кормовой субстрат с высоким содержанием питательных веществ. У таких видов высокий коэффициент A/C и большая скорость роста. По мере старения листьев содержание в них воды и белков снижается; прежние защитные вещества разрушаются, но накапливаются новые — ингибиторы питания (таннины и фенолы), действующие в высоких концентрациях. Образуя комплексы с белками, они снижают их усвояемость; кроме того, содержание белков в листьях и так уменьшается к концу сезона. Поэтому виды летне-осенней группы обычно имеют низкие коэффициенты A/C и медленно растут.

Такие же сезонные изменения содержания веществ в листьях растений должны происходить и на Севере, только более быстрыми темпами, чем в средних широтах, поскольку здесь от распускания до пожелтения листьев проходит менее двух месяцев.

Исследований по энергетике насекомых на Севере выполнено немного [2, 4—7, 16, 17, 19, 20, 24], однако полученные данные позволяют предположить, что весенне-летние виды листогрызущих насекомых обладают высоким коэффициентом ассимиляции и большой скоростью роста, а летне-осенние — низкими.

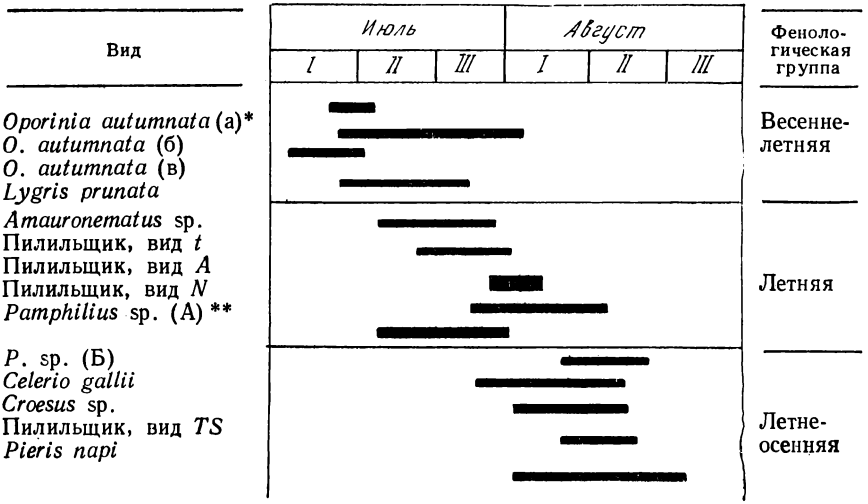
Материал и методика

Работы по изучению сезонных изменений питания и роста листогрызущих насекомых Севера проводили на Салехардском стационаре УНЦ АН СССР (г. Лабытнанги, низовья Оби). Ранее [3, 6] было установлено, что массовые листогрызущие насекомые на древесных растениях в Приобской лесотундре принадлежат к видам с весенне-летней фенологией развития личиночной фазы и составляют основу биомассы членистоногих, входящих в консорции древесных растений. На их долю приходится большая часть изъятой биомассы растений. Эти виды, как правило, заканчивают свое развитие в третьей декаде июля, их сменяют другие виды, чаще всего с низкой численностью; при благоприятной погоде часть их продолжает развиваться до сентября.

В течение трех летних сезонов (1978, 1980, 1981 гг.) мы изу-

Таблица 1

Распределение видов по фенологическим группам согласно времени их питания



* а — 1978 г., б — 1980 г., в — 1981 г.
** А — на *Betula tortuosa*; Б — *Alnus fraticosa*.

чали рост и основные характеристики питания личинок листогрызущих насекомых, стараясь брать виды, питающиеся в разное время сезона (табл. 1). Необходимо подчеркнуть, что приведенное в таблице время проведения экспериментов захватывало обычно лишь часть того времени, когда вид встречался в природе. Так, значительная часть особей пяденицы *Oporinia autumnata* Bkh. каждый год к началу экспериментов уже успевала достигнуть последнего возраста. Наоборот, в эксперименты с *Pamphilius* sp. на березе попали только самые ранние особи; этот вид продолжал встречаться на березах в природе и после окончания экспериментов. Виды условно разбиты на группы по фенологии питания их личиночной фазы: так, к весенне-летней группе отнесены виды, питающиеся в первой половине июля, к летне-осенней — питающиеся во второй-третьей декадах августа. Виды, личинки которых развиваются в конце июля — начале августа, отнесены нами к промежуточной — летней — группе.

Методика проведения экспериментов, а также объем исследуемого материала подробны описаны в предыдущей статье сборника.

Результаты исследований

Интенсивность роста. Как уже было нами показано, интенсивность роста в большой степени зависит от возраста личинок (в предпоследнем возрасте она в 1,5—3,3 раза выше, чем в последнем) и от температуры. Однако в данном случае нас интересуют изменения этого показателя в течение сезона. Его средние величины для выделенных групп листогрызущих насекомых приведены в табл. 2. Виды, питающиеся травянистыми растениями, в расчет не принимали; их рост и питание следует обсуждать отдельно [29].

Из табл. 2 видно, что интенсивность роста наиболее высока у видов, питающихся в начале сезона, и заметно падает у видов, питающихся позднее, хотя при благоприятных температурах темпы роста личинок могут быть достаточно высокими и в конце сезона, особенно в предпоследнем возрасте.

Рассмотрим теперь такие фундаментальные характеристики питания, как коэффициент использования съеденной пищи на рост $\Delta P/C$ и интенсивность питания C/P и обсудим их знание для темпов роста у насекомых трех выделенных нами фенологических групп.

Коэффициент использования съеденной пищи на рост $\Delta P/C$. Наиболее высок он (см. предыдущую статью) у видов, относящихся к весенне-летней группе пяденицы (*Oporinia autumnata* и *Lygris prunata*), в течение сезона снижается и самый низкий у типичных летне-осенних видов (мы рассматриваем здесь только виды, питающиеся листьями древесно-кустарниковых растений). При этом у весенне-летних видов коэффициент $\Delta P/C$ нередко выше 30 %, а у летне-осенних видов он составляет 10—15 %, а иногда и меньше. Резкое падение коэффициента $\Delta P/C$ от начала к середине сезона подтверждают и результаты настоящей работы (см. табл. 2).

Таблица 2

Основные характеристики питания у видов разных фенологических групп ($t>18°$), мг/мг сух. вещ. в сутки $\times 100$ %

Группы по фенологии питания	Возраст	Коэффициент использования съеденной пищи на рост $\Delta P/C$	Интенсивность питания C/P	Интенсивность роста $\Delta P/P$
Весенне-летняя	Предпоследний	36,0	166,9	45,2
	Последний	26,1	138,3	29,7
Летняя	Предпоследний	18,1	185,7	34,5
	Последний	13,1	171,0	16,8
Летне-осенняя	Предпоследний	21,8	207,4	41,7
	Последний	13,2	141,1	12,8

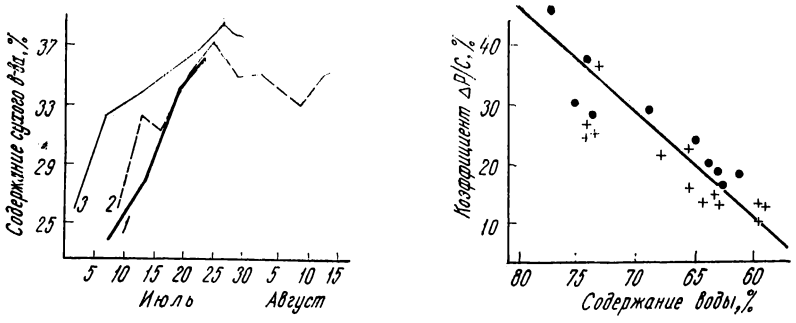


Рис. 1. Сезонные изменения содержания сухого вещества в листьях березы извилистой в 1978 (*1*), 1980 (*2*) и 1981 (*3*) годах.

Рис. 2. Зависимость коэффициента использования съеденной пищи на рост от содержания воды в листьях древесных растений (*точки* — данные для личинок предпоследнего, *крестики* — последнего возраста).

Сезонные различия в величине коэффициента $\Delta P/C$ широко обсуждаются в литературе. Так, Саусвуд [32] прямо указывает, что этот коэффициент зависит от времени сезона года. Скрайбэр [27] на гусеницах *Hyalophora cecropia* показал, что коэффициент $\Delta P/C$ падает от мая к октябрю с 29,5 до 13,6 %. Фини [13] сообщает, что весенне-летние виды чешуекрылых, питающиеся развивающейся листвой дуба, имеют высокие показатели $\Delta P/C$ и заканчивают развитие через две-три недели; позднелетние виды питаются более двух месяцев и все равно не могут завершить личиночное развитие на дубе. Хаукиойя и Ниемела [20] приводят данные о довольно высоком коэффициенте $\Delta P/C$ (17 %) у пяденицы *Oporinia autumnata* и низком (9 %) у пилильщика *Dineura virididorsata* — вида с позднелетней фенологией развития личиночной фазы.

Проследить изменение коэффициента $\Delta P/C$ в зависимости от времени сезона очень трудно в связи с тем, что календарные и фенологические даты могут заметно расходиться в разные годы, так как последние определяются конкретными температурными условиями сезона. На рис. 1 представлено изменение содержания сухого вещества в листьях березы *Betula tortuosa* в течение трех вегетационных сезонов. Разные сроки развертывания листьев и разная скорость их созревания, зависящие от температурных условий, обусловили разницу в ходе этого процесса; например, 28 % сухого вещества в 1978 г. содержалось в листьях березы 14 июля, в 1980 г. — 11 июля, а в 1981 — 3 июля. В то же время, рассуждая логически, коэффициент $\Delta P/C$ должен соотноситься не с календарными, а именно с фенологическими датами. Поэтому для отображения изучаемой зависимости мы взяли не даты, а зависящий от них фактор — содержание воды в листьях.

Сезонные изменения этого фактора в основных чертах охарактеризованы в нашей предыдущей статье. Во время экспериментов, с первой декады июля до последней декады августа, содержание воды в листьях разных видов древесных растений изменялось от 80 до 60 %. По мере убывания содержания воды в листьях, т. е. к концу сезона (рис. 2), падает и коэффициент $\Delta P/C$ (коэффициент корреляции $r = +0{,}85$).

Причина уменьшения коэффициента $\Delta P/C$ по мере приближения к концу сезона заключается в снижении усвояемости корма, или коэффициента ассимиляции A/C, который в свою очередь зависит от сезонных изменений качества корма. Такие изменения происходят сразу по многим факторам, имеющим значение для листогрызущих насекомых. Ряд авторов [27, 28, 30] считает ключевым фактором именно уменьшение содержания воды в листьях, снижающее утилизацию питательных веществ, другие [26, 14] — снижение содержания азота в листьях и повышение концентрации веществ, ингибирующих его усвоение.

Интенсивность питания. Рассмотрим изменение этого показателя в течение сезона. Как следует из табл. 2, интенсивность питания несколько увеличивается от начала к концу сезона, т. е. ее величина находится в обратной зависимости от величины коэффициента $\Delta P/C$. Взаимосвязь этих показателей подтверждают и материалы других исследований. Так, при питании на растениях с низким содержанием азота капустная белянка *Pieris brassicae* имеет низкие коэффициенты $\Delta P/C$ и высокую интенсивность питания, а на растениях с высоким содержанием азота — наоборот [28].

Необычайно высокая для дендрофагов интенсивность питания у пилильщиков, питающихся хвоей — кормом, имеющим малую пищевую ценность [31].

Можно было бы предположить, что любой фактор, вызывающий снижение коэффициента $\Delta P/C$, при необходимости сохранять высокие темпы роста должен приводить к компенсаторному повышению интенсивности питания. Поскольку в конце сезона листогрызущие насекомые питаются менее ценным кормом (чем объясняются низкие коэффициенты $\Delta P/C$), не удивительно повышение у них в это время интенсивности питания. Однако, как уже говорилось выше, виды листогрызущих насекомых, питающиеся в конце сезона, имеют более низкие темпы роста. По-видимому, некоторое повышение интенсивности питания не может полностью компенсировать значительное снижение коэффициента $\Delta P/C$.

Особенности питания и роста видов-гербофагов. Как известно, содержание воды в листьях травянистых растений выше, чем в листьях древесных растений. Например, в листьях кипрея и гесперис в конце вегетационного сезона содержится 74 % воды (см. табл. 1 предыдущей статьи); такой уровень обводнен-

ности у древесных растений приходится на начало вегетационного сезона. Листья травянистых растений больше содержат и белков [29].

Корм, близкий по составу к корму дендрофагов весенне-летней группы, обусловливает и сходные черты в энергетике гербофагов и весенне-летних дендрофагов. Для них характерны высокие коэффициенты $\Delta P/C$ (см. табл. 2 предыдущей статьи) и относительно большая скорость роста, а также, в противоположность дендрофагам, и высокая интенсивность питания. О таких же особенностях у гербофагов по сравнению с дендрофагами сообщают Скрайбэр и Фини [29]; при изучении насекомых-фитофагов они считают необходимым рассматривать питание этих групп отдельно.

Особенности динамики численности филлофагов разных фенологических групп. Ведущим фактором в развитии листогрызущих насекомых следует считать температуру; поэтому в условиях Субарктики имеют преимущество те виды, развитие которых приходится на теплый период. Наиболее велико оно у весенне-летних видов, рано начинающих развитие: листоед *Phytodecta pallidus L.*, пяденица *Oporinia autumnata*, листовертка *Epinoita crutiana* L. Зимуя в фазе имаго или яйца, они начинают питаться листьями, часто еще не вполне развернувшимися. Высокий коэффициент $\Delta P/C$ и (при повышенных температурах) высокая интенсивность питания обеспечивают прохождение личиночной стадии за две-три недели. При более низких температурах развитие личинок затягивается, но в любом случае заканчивается в текущем сезоне; затем насекомые проходят кратковременную стадию куколки, после чего отрождается имаго. Это касается массовых или, по крайней мере, обычных видов, из года в год достигающих высокой численности и представляющих в соответствующих консорциях виды-доминанты.

У видов, начинающих развитие позже, можно выделить несколько линий «основной стратегии» — ведущих приспособлений, которые позволяют им существовать в условиях Севера:

1. Небольшие размеры обеспечивают завершение развития в течение одного сезона даже в годы с низкими среднесуточными температурами. Хорошим примером является пилильщик *Dineura vididorsata* [19, 20]. В условиях стационара Кево личинки этого вида, достигающие максимального веса 10—20 мг, начинают развиваться в середине июля и даже в годы со среднесуточной температурой сезона 6—7 °С в сентябре заканчивают развитие, причем как коэффициент $\Delta P/C$, так и интенсивность питания чрезвычайно низки. В изученных нами консорциях древесных растений этой стратегии придерживается целый ряд видов пилильщиков (особенно Nematinae) и чешуекрылых. Зимуют они обычно в стадии эонимфы (пилильщики) или куколки (чешуекрылые); имаго отрождаются только после того, как почва достаточно прогреется. Реже зимуют виды на стадии

имаго — например, листоед *Phyllodecta polaris* Schneid, который в начале лета обязательно получает дополнительное питание и затем уже откладывает яйца. Эти виды обычны, в отдельные годы многочисленны, в консорциях занимают положение субдоминантов и даже доминантов.

2. У видов средних и крупных размеров в годы с низкими температурами есть риск не закончить личиночное развитие в течение одного сезона. Часть таких видов приобрела способность зимовать в фазе личинки и продолжать развитие в течение следующего вегетационного сезона, например *Erebia*, развивающиеся строго два года [10]. Два года развивается на Севере крупный вид пилильщика *Trichiosoma jakovleffi* Knw. и, по-видимому, оба вида медведиц — *Arctia caja* L. и *Hyporaja festiva* Thnb. Однако численность их обычно невелика.

3. Если какой-то вид обязательно должен зимовать в стадии эонимфы или куколки, а личинки до конца вегетационного сезона не успели завершить питание, то в течение зимы они погибают и численность вида резко снижается на ряд лет. Так произошло в 1978 г. с брюквенницей. Несколько летних сезонов с благоприятными температурными условиями способствовали тому, что этот вид стал на Приобском Севере обычным. В 1978 г. период, во время которого проходит развитие гусениц брюквенницы (конец июля — август), был очень холодным. Гусеницы, взятые для экспериментов в начале августа в V возрасте, к 20—25 августа завершили свое развитие; в природе они это время почти не питались и в дальнейшем погибли. С 1979 г. брюквенница на Приобском Севере стала очень редкой, и даже в 1981 г. бабочки встречались единично. Численность таких видов, как *Pieris napi*, подвержена резким колебаниям: постепенно увеличивается в течение ряда благоприятных лет и катастрофически снижается после первого неблагоприятного сезона.

Выводы

1. В районах лесотундры и южной тундры существуют те же (менее выраженные) группы листогрызущих насекомых по фенологии питания личиночной фазы, что и в средней полосе, со свойственными им особенностями питания и роста.

2. Коэффициент использования съеденной пищи на рост $\Delta P/C$ снижается от начала к концу сезона, что связано с изменением химического состава листьев. Виды весенне-летней группы характеризуются самым высоким коэффициентом $\Delta P/C$ (30—45 % в предпоследнем и 20—35 % в последнем возрасте), виды летне-осенней группы — наиболее низким (соответственно 14—28 и 10—14 %).

3. Наблюдается высокая корреляция ($r=0{,}85$) коэффициента $\Delta P/C$ с обводненностью корма насекомых-фитофагов (листьев древесных растений).

4. Интенсивность питания летне-осенних видов несколько увеличивается по сравнению с весенне-летними, но это увеличение не может компенсировать снижения коэффициента $\Delta P/C$; поэтому при одинаковых температурах темпы роста у весенне-летних видов наиболее высокие.

5. Весенне-летние виды, которым высокий коэффициент $\Delta P/C$ обеспечивает быстрый рост, получают на Севере преимущества и из года в год достигают там довольно высокой численности, становясь доминантами в своих консорциях.

6. Летние и летне-осенние виды обладают более медленным ростом; в холодные годы не все личинки завершают развитие. Для них характерна низкая и неустойчивая численность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранчиков Ю. Н. Механизмы и уровни химической коммуникации организмов: [Препринт]. Труды Института леса и древесины СО АН СССР. Красноярск, 1981. 28 с.

2. Богачева И. А. Пилильщики Hymenoptera, Tenthredinoidea и их роль в биогеоценозах Приобского Севера.— В сб.: Биоценотическая роль животных в лесотундре Ямала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977, с. 85—103.

Богачева И. А. Состав группировок насекомых-фитофагов на некоторых древесных растениях Приобского Севера и его локальные различия.— В сб.: Фауна и экология насекомых Полярного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980, с. 45—68.

4. Богачева И. А. Энергетические потребности некоторых чешуекрылых Приобского Севера.— В сб.: Экологическая оценка энергетического баланса животных. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980, с. 7—18.

5. Богачева И. А. Особенности энергетики питания личинок листогрызущих насекомых как приспособление к жизни в высоких широтах.— В кн.: Адаптации на разных уровнях биологической организации: [Тезисы докл. VI Всесоюз. конф. по экологич. физиологии]. Сыктывкар, 1982, т. 2, с. 86.

6. Богачева И. А. Энергетика развития некоторых листогрызущих насекомых Севера при разных температурах.— Экология, 1982, № 5, с. 55—61.

7. Богачева И. А., Дубешко Л. Н. Экология и энергетика питания листоеда *Gonioctena pallida* L. в тайге и лесотундре Сибири.— Экология, 1975, № 3, с. 94—96.

8. Кожанчиков И. В. Значение сезонных изменений листьев кормовых растений в развитии непарного шелкопряда.— Докл. АН СССР, 1949, т. 66, № 6, с. 1203—1206.

9. Кожанчиков И. В. Пищевая специализация и ее значение в жизни насекомых.— Энтомол. обозрение, 1951, т. 31, вып. 3—4, с. 323—335.

10. Ольшванг В. Н. Насекомые Полярного Урала и Приобской лесотундры.— В сб.: Фауна и экология насекомых Приобского Севера. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980, с. 3—37.

11. Радкевич В. А. Биологическая активность сока растений как показатель их физиологического состояния и устойчивости против насекомых-фитофагов.— В кн.: Биологически активные вещества в жизни растений и животных. Минск: Высшая школа, 1973, с. 6—30.

12. Cates R. G. Feeding patterns of monophagous, oligophagous and polyphagous insect herbovifes: the effect of resource abundance and plant chemistry.— Oecologia (Berlin), 1980, v. 46, N 1, p. 22—31.

13. Feeny P. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillar.— Ecology, 1970, v. 51, N 4, p. 561—581.

14. Feeny P. Plant apparency and chemical defenses.— Res. Adv. Phytochem., 1976, v. 10, p. 1—42.
15. Fraenkel G. S. The nutrional value of green plants for insects.— Proc. 9th Intern. Congr. Entomol., v. 2, 1953, p. 90—100.
16. Hagvar S. Energy budget and growth during the development of *Melasoma collaris (Coleoptera)*.— Oikos, 1975, v. 26, N 2, p. 140—146.
17. Haukioja E. Measuring consumption in *Eriocrania* (Eriocraniidae, Lep.) miners with reference to interaction between the leaf and the miner.— Rep. Kevo Subarctic Res. Stat., 1974, v. 11, p. 16—21.
18. Haukioja E., Hakalta T. Herbivore cycles and deriodic outbreaks. Formulation of a general hypothess.— Rep. Kevo Subarctic Res. Stat., 1975, v. 12, p. 1—9.
19. Haukioja E, Niemelä P. Applicability of laboratory measurements of consumption to field populations of Dineura viridiдorsata (Betz.) (Hym., Tenthredinidae) larvae.— Ann. Zool. Fennici, 1974, N 11, p. 297—299.
20. Haukioja E., Niemelä P. Growth and energy requirements of the larvae of *Dineura viridiдorsata* (Retz) (Hym., Tenthredinidae) and *Oporinia autumnata* (Bkh.) (Lep., Geometridae) feeding on birch.— Ann. Zool. Fennici, 1974, N 11, p. 207—211.
21. Haukioja E., Niemelä P., Iso-Ivari L., Ojala H., Aro E.-M. Birch leaves as a resource for herbivores. I. Variation in the suitability of leaves.— Rep. Kevo Subarctic Res. Stat., 1978, v. 14, p. 5—12.
22. Macfadyen A. Methods of investigation of productivity of invertebrates in terrestrial ecosystems.— In: Secondary productivity of terrestrial ecosystems/Ed. K. Petrusewisz. Warszawa — Krakow, 1967, v. 2, p. 383—412.
23. Mansingh A. Developmental response of Antharaea pernyi to seasonal changes in oak leaves from two localities.— J. Insect Physiol., 1972, v. 18, N 7, p. 1395—1401.
24. Niemelä P., Iso-Iivari L., Laine Ch., Laine K. J. Food plant preference and larval growth of larval colour forms of *Entephria caesiata* (Schiff.) (Lep., Geometridae).— Rep. Kevo Subarctic Res. Stat., 1980, v. 16, p. 45—48.
25. Orians G. H., Cates R. G., Phoades D. F., Schultz J. C. Producer-consumer interactions.— In: Proc. Ist Int. Congr. Ecol. Hague, Wageningen, 1974, p. 213—217.
26. Rhoades D. F., Cates R. G. Towards a general theory of plant antiherbivore chemistry.— Rec. Adv. Phytochem., 1976, v. 10, p. 168—215.
27. Scriber J. M. Limited effects of low leaf-water content on the nitrogen utilization, energy budget and larval growth of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera, Saturnidae).— Oecologia (Berlin), 1977, v. 28, N 3, p. 269—287.
28. Scriber J. M. The effect of larval feeding specialization and plant growth form on the consumption and utilization of plant biomass and nitrogen: an elcological consideration.— Entomol. exp. et appl., 1978, v. 24, N 3, p. 694—710.
29. Scriber J. M., Feeny P. Growth of herbivorous caterpillar in relation to feeding specialization and to the growth form of their food plants.— Ecology, 1979, v. 60, N 4, p. 829—850.
30. Schroeder L. A., Malmer M. Dry matter, energy and nitrogen conversion by Lepidoptera and Hymenoptera larvae fed leaves of black cherry.— Oecologia (Berlin), 1980, v. 45, N 1, p. 63—71.
31. Slansky F. High consumption rate by Neodiprion sertifer? A comment on a paper by Larsson and Tenow.— Oecologia (Berlin), 1980, v. 46, N 1, p. 133—134.
32. Southwood T. R. E. The inspect/plant relationship — an evolutionary perspectivs.— In: Inspect/Plant relationships: [Symp. London, 1971]. Oxford t.a., 1972, p. 3—30.
33. Walker-Simmons M., Ryan C. A. Wound-induced accumulation of trypsin inhibitor activities in plant leaves.— Plant Physiol., 1977, v. 59, N 3, p. 437—439.