

*В. ГАВРИЛОВ, В. ДОЛЬНИК, Ю. КЕСКПАЙК*

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ ЗЯБЛИКА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

У гомойотермных животных сохранение удовлетворительного баланса со средой во все сезоны года обеспечивают два существенно разных явления: сезонная акклиматизация и адаптация. Сезонная акклиматизация — это созданное в результате естественного отбора сезонное изменение уровня гомеостатических систем. Оно возникает в ответ на воздействие сигнальных факторов среды или как результат эндогенного ритма. Адаптация — комплекс приспособительных реакций, проявляющихся в ответ на воздействие первичных (селективных) факторов среды. Она не имеет сезонных изменений и направлена на поддержание гомеостаза на заданном акклиматизацией уровне (Helms, Drury, 1960; King, Farner, 1966).

Полагают, что зимняя акклиматизация у гомойотермных животных состоит из следующих явлений: увеличение теплоизоляционных свойств покровов, увеличение жировых резервов, повышение скорости стандартного и общего метаболизма, смещение нижней точки термонейтральной зоны в сторону более низких температур и повышение устойчивости к холоду при сохранении неизменной температуры тела (Precht и др., 1955).

Литература об адаптации птиц к холоду намного обширнее литературы о зимней акклиматизации, так как адаптация может изучаться на любых животных в любые сезоны и при содержании животных в любых условиях. Зимнюю же акклиматизацию можно изучать только на животных с выраженным сезонным циклом, обитающих в естественной обстановке или при содержании в условиях, не нарушающих сезонных изменений сигнальных факторов среды и эндогенный ритм.

У мелких птиц северных и умеренных широт сохранение удовлетворительного энергетического баланса со средой в зимнее время лимитируют следующие факторы: потеря энергии на терморегуляцию в течение продолжительной холодной ночи, необходимость восполнять суточные энергетические потери за время короткого кормового дня и аperiodическое колебание доступной пищи. Мы не считаем зимним лимитирующим фактором отсутствие пищи, так как у птиц не может быть никаких приспособлений к перманентному отсутствию или недостатку пищи зимой, кроме миграции в районы, имеющие пищу в достатке. Если популяция благополучно зимует на данной территории, это означает, что она обеспечена достаточным количеством доступной пищи.

К настоящему времени на разных видах птиц показаны следующие элементы зимней акклиматизации: увеличение теплоизолирующих свойств

оперения (Scholander и др., 1950; Шилов и др., 1965), специальные поведенческие реакции (Wallgren, 1954; Шилов, 1968), изменение скорости стандартного метаболизма, снижение ночных потерь веса тела (Дольник, 1967), смещение нижней границы термонейтральной зоны в сторону более низких температур (Kendeigh, 1944; Veghte, 1964; Dawson, Tordoff, 1964), ночная гипотермия (Steen, 1958), максимальное использование емкости пищеварительного тракта, особенно при кормежке перед сном (Дольник, 1967; Dolnik, 1967), смена состава пищи, смещение точки пробуждения и засыпания в сторону меньшей освещенности, увеличение жировых резервов и появление четкой отрицательной корреляции между величиной жировых резервов и температурой воздуха (Baldwin, Kendeigh, 1932; Helms, Drury, 1960; King, Farner, 1966).

Показано, что величина жировых резервов, емкость пищеварительного тракта и степень редукции ночных потерь веса тела выше у птиц, зимующих в более высоких широтах (Дольник, Блюменталь, 1964; Дольник, 1967; Dolnik, 1967).

Существуют три точки зрения на скорость расхода энергии у птиц зимой: скорость зимнего метаболизма выше, чем летом, равна летнему (Kendeigh, 1966) или ниже, чем летом при тех же температурах (Дольник, 1967; Dolnik, 1967). Если верна первая точка зрения, то зимой, когда для птиц северного полушария сокращается используемая территория и уменьшается количество пищи на единицу ее поверхности, напряженность конкурентных отношений должна быть особенно велика, а насыщенность экологических ниш максимальна. Летом продукция обитаемой территории будет использоваться неполно. Тогда миграции не дают классу птиц возможность иметь большую численность по сравнению с той, которая была бы, если бы все птицы были оседлыми. Если верна третья точка зрения, то продукция северного полушария может использоваться птицами более равномерно и их общая численность благодаря миграциям может быть выше, чем без миграций.

В этой статье энергетический метаболизм исследуемого вида в зимний период сравнивается с двумя другими периодами — первой половиной послеперьевой линьки, когда скорость метаболизма наиболее высока за год, и периодом после линьки — перед миграцией, единственным летним временем, когда не происходит никаких продуктивных процессов, метаболизированная энергия равна, так же, как и зимой, энергии существования, а ночной метаболизм в термонейтральной зоне равен стандартному метаболизму. Это период наиболее низкой (за лето) скорости энергетического метаболизма.

### Материал и методика

Работа выполнена на зябликах (*Fringilla coelebs coelebs* L., средний вес тела жирных птиц 20 г), принадлежащих к популяции, гнездящейся на Курской косе Балтийского моря (55° с. ш.) и зимующей на территории юго-западной Франции, Испании и Португалии. Отдельные птицы этого вида способны зимовать значительно севернее, в частности на восточном берегу Балтийского моря вплоть до 60° с. ш.

Подопытные птицы содержались в больших вольерах Биологической станции Зоологического института Академии наук СССР на Курской косе при естественном фотопериоде и при температуре около 15 °С.

После каждого опыта, продолжавшегося более суток, птицы возвращались в вольеру, где они могли привести в порядок перья, купаться и летать.

Измерения метаболизированной энергии (МЕ) и энергии существования (ЕЕ) производились по методу С. Ч. Кенди (Kendeigh, 1966); катаболизированная энергия

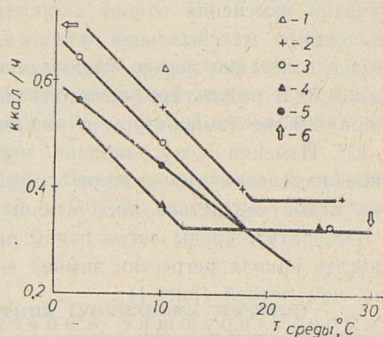
(*CE*), энергия покоя (*RE*) и скорость стандартного метаболизма (*SMR*) определялись по поглощению  $O_2$  и выделению  $CO_2$  с помощью аппарата Холдена. Ночная температура тела (в клоаке,  $T_B$ ) измерялась в течение всей ночи с помощью микроэлектротермометра. Ночные потери веса тела определялись путем двукратных взвешиваний, одно из которых было в начале ночи, через 3 ч после последней кормежки, а второе — в конце ночи, перед пробуждением.

Опыты проводились в герметических камерах объемом 19 л, все показатели измерялись одновременно. Уринарная энергия (*UE*) определялась по содержанию азота в урине (1 г уринарного азота равен 26,6 ккал протеинового метаболизма; King, Farner, 1961). Азот определяли методом Кьельдаля из образцов урина, собранного в течение ночи у предварительно голодавших птиц.

## Результаты

Нижняя граница термонейтральной зоны сдвинута зимой в сторону более низких температур среды исключительно вследствие более эффективной физической терморегуляции и различной ночной температуры тела (рис. 1).

Рис. 1. Сезонные изменения энергии покоя (*RE*). 1 — стриженные птицы зимой ( $n=2$ ); 2 — послелинный период ( $n=43$ ); 3 — зима, птицы с прижатым оперением ( $n=10$ ); 4 — зима, птицы с распушенным оперением ( $n=12$ ); 5 — зима, птицы в любых позах ( $n=29$ ); 6 — теоретические значения по Kendeigh, 1966.



Скорость стандартного метаболизма зимой ниже, чем после окончания линьки (рис. 1); разность составляла  $0,90 \pm 0,01$  ккал на птицу в сутки.

Энергия покоя в зимний период ниже, чем в период после линьки (рис. 1). Отдельно измерялась энергия покоя у птиц, спящих в двух позах. Первая поза — перья прижаты, тело вытянуто, голова не под крылом. Вторая поза — перья распушены, тело шарообразно, голова часто спрятана под крыло. В первой позе птицы чаще спят при высоких температурах, во второй — при низких. Летом более характерна первая поза, зимой — вторая. В каждой из этих поз кривая регрессии температуры среды — энергия покоя — имеет одинаковый наклон (подобный наблюдаемому в послелинный период), но разный уровень.

Температура тела спящих птиц в послелинный период ниже ( $37,6 \pm 0,5^\circ$ ;  $n=11$ ), чем зимой ( $39,0 \pm 0,5^\circ$ ;  $n=5$ ). В послелинный период птицы с малыми жировыми резервами при температурах среды ниже  $20^\circ$  регулярно проявляли гипотермию (понижение температуры тела до  $35^\circ$ ; см. Кескпайк, 1968). Зимой гипотермия не обнаружена, но зимние птицы жирны. В послелинный период птицы такой жирности также не проявляли гипотермию.

Термоизоляционные свойства оперения живой птицы могут резко меняться в зависимости от позы (рис. 1). В табл. 1 результаты измерения термоизоляционных свойств покровов, полученные путем измерения метаболизма, сравниваются с результатами прямой термометрии. В последнем случае птица моментально умерщвлялась, через клоаку до печени вводился ртутный термометр, тушке придавалась определенная поза (поза коллекционной тушки, распушенная поза, ощипанная). и при постоянной температуре и влажности хронометрировалась скорость остывания. Результаты отдельных опытов приведены в сравнимый вид путем расчета теплоем-

Таблица 1

## Регуляция теплоотдачи путем изменения позы и положения перьев

Состояние оперения и поза	Прямая термометрия*		Энергия покоя при 10°	
	Тощие птицы (700 мг)	Жирные птицы (2500 мг)	кал/г/ч	Соотношение
Лишенные перьев тела	1	0,75	31	1
Тело вытянуто, перья прижаты	0,62	0,62	24	0,77
Перья распушены, тело шарообразно	0,40	0,40	18	0,58

\* За единицу принята скорость остывания тощей ошипанной тушки.

кости тушки, исходя из содержания в ней воды, жира и сухого нежирного компонента. Те и другие измерения дали очень близкие значения.

Диапазон изменения птицей скорости теплоотдачи путем изменения позы очень велик и, видимо, максимальная теплоотдача оперенной птицы может приближаться к теплоотдаче птицы без перьев. Минимальная теплоотдача может быть в 2 раза меньше максимальной. В результате этого энергия покоя зимой может быть значительно ниже летней при той же температуре, а нижняя граница термонейтральности сдвигается до уровня 12°. Изменяя позу, зяблики могут сохранять неизменный уровень энергии покоя при изменении температуры среды в диапазоне 6°. Так как летняя теплопродукция в покое вследствие продуктивных процессов выше зимней, то при одной и той же температуре среды летом птицы принимают распушенную позу реже, чем зимой. В результате кривая регрессии зимней энергии покоя без учета позы имеет меньшую крутизну, чем летней (рис. 1).

Термоизолирующие свойства жира определялись методом прямой термометрии (табл. 1). Наземным животным, разумеется, не целесообразно накапливать подкожный жир специально для термоизоляции, так как вес жировых депо и их энергетическая цена слишком велики по сравнению с термоизоляционным эффектом. Тем не менее поскольку зимой жир накапливается в больших количествах (1,5—2 г жира на птицу) как энергетический резерв для метаболизма, побочно он мог бы выполнять теплозащитные функции. Термоизолирующие свойства подкожного жира обнаруживаются на ошипанной птице, но не проявляются у птицы в оперении. Топография подкожных жировых резервов такова, что зоны активного термогенеза не защищены, а те части тела, которые защищает жир, защищены также перьями, т. е. слой жира не влияет на теплоотдачу живой птицы и не мешает оперению действовать как системе, регулирующей теплоотдачу.

Ночные потери веса тела в этих опытах не отличались от наблюдавшихся ранее (Дольник, 1967; Dolnik, 1967): во время линьки они составляли 0,185 г/ч, после линьки — 0,130 г/ч и зимой — 0,092 г/ч. Путем сравнения весовых потерь с расходом энергии ночью установлено, что энергетическая цена снижения веса на 1 г была различной в эти сезоны и цена потерь возрастала при снижении температуры воздуха (рис. 2). Поэтому зимой при снижении температуры воздуха и возрастании скорости метаболизма потери веса почти не увеличиваются.

Причина сезонных различий в энергетической цене весовых потерь — это разная доля жиров и углеводов в сжигаемых веществах, а температурные различия обусловлены в первую очередь разным количеством воды, испаряемой при респирации. Сезонные и суточные изменения состава расходуемых веществ и изменения резервов жира и гликогена исследовались нами ранее (Дольник и др., 1965; Дольник, 1966).

Энергия существования (рис. 3) в диапазоне температур ниже 17° зимой меньше, чем в послелинный период, что обеспечивает экономию 1,5 ккал/сут

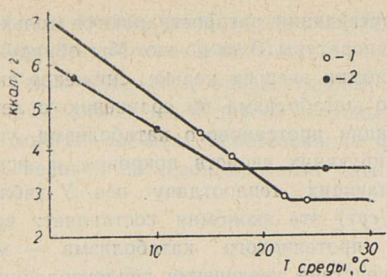


Рис. 2. Энергетическая оценка ночных потерь веса тела. 1 — послелинный период (n=39); 2 — зима (n=26).

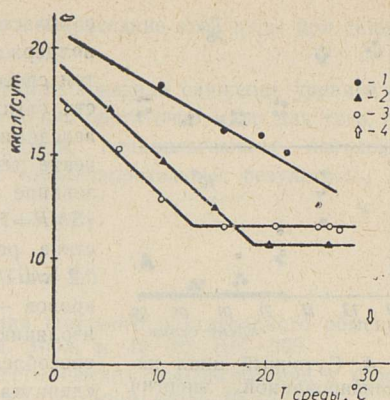


Рис. 3. Метаболизированная энергия. 1 — в линьку (n=78); 2 — после линьки (n=48); 3 — зимой (n=135); 4 — теоретическая EE по формулам Kendeigh, 1966.

(около 10% EE); нижняя граница термонейтральной зоны смещена в сторону более низких температур на 5°.

Метаболизированная энергия (энергия существования + продуктивная энергия) во время линьки на 15—30% выше, чем зимой из-за отсутствия продуктивной энергии. Пищевая потребность птиц в линьку и зимой пропорциональна метаболизированной энергии, а зимой также ниже.

Катаболизм протеина во время линьки составлял в ночные часы  $0,0261 \pm 0,0001$ , после линьки —  $0,0223$ , а зимой —  $0,0189$  ккал/ч (табл. 2). Таким обра-

Таблица 2

Скорость катаболизма протеина (уринарная энергия)

Сезон	Количество птиц	Количество измерений	Уринарная энергия (UE)	
			ккал на птицу в час	$\frac{UE}{CE} \cdot 100 (\%)$
Линька (с 1 июля по 10 августа)	95	7	$0,0261 \pm 0,0001$	8,2
Послелинный период (с 10 августа по 20 сентября)	51	3	$0,0223 \pm 0,0001$	5,9
Зима (с 20 января по 10 февраля)	45	3	$0,0189 \pm 0,0002$	4,6

зом, зимняя уринарная энергия была на  $0,173$  ккал/сут ниже, чем в линьку, и на  $0,082$  ккал/сут ниже, чем после линьки. Следовательно, более низкая скорость стандартного метаболизма зимой лишь на 10% обеспечивается редукцией протеинового катаболизма в этот сезон.

Обсуждение

Дневной катаболизм энергии у зябликов в 2—3 раза превышает энергию покоя при той же температурной среде. Таким образом, в пределах широкого диапазона температурной среды, в том числе и низкой, побочной теплопродукции от дневной активности не только хватает для поддержания температуры тела днем, но имеется даже избыточная теплопродукция (рис. 4). Следовательно, все зимние приспособления

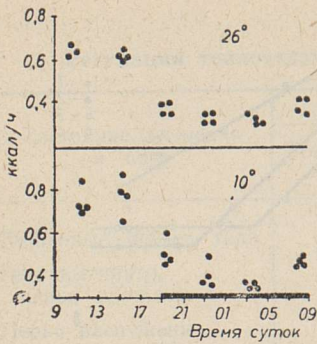


Рис. 4. Суточный цикл катаболизированной энергии в зимний период при разных температурах среды (8 камер, 16 птиц).

в области терморегуляции распространяются только на поддержание температуры тела ночью. Мы обнаружили три способа экономии энергии ночью: снижение скорости стандартного метаболизма по сравнению с летним вследствие редукции протеинового катаболизма, увеличение теплоизолирующих свойств покровов и использование сокращающих теплоотдачу поз. У зябликов ( $SMR=7,9$  ккал/сут) эта экономия составляет: вследствие редукции протеинового катаболизма — менее 0,2 ккал/сут, вследствие увеличения теплоизоляции покровов — 0,8 ккал/сут, за счет увеличивающей теплоизоляцию позы — 2,9 ккал/сут. В результате этих приспособлений нижняя граница термонейтральной зоны сдвинута по сравнению с послелинчным периодом на  $7^\circ$ , достигая температур, близких к существующим на местах зимовки. В зоне температур ниже термонейтральности экономия энергии может составлять 4,3 ккал/сут, что равнозначно повышению температуры среды на  $9^\circ$ .

В результате зяблики, зимующие при температуре среды  $0-15^\circ$ , расходуют на ночную терморегуляцию столько же энергии, сколько летом при температуре  $10-25^\circ$ .

Метаболизированная энергия зимой вследствие отсутствия продуктивных процессов ниже летней на  $3-5$  ккал/сут, что составляет при температуре среды  $0-15^\circ$  от 15 до 30% метаболизированной энергии. Зимняя энергия существования на  $1,5$  ккал/сут ниже летней; нижняя граница термонейтральности сдвинута на  $5^\circ$  в сторону более низких температур. Все это значительно сокращает зимние потребности в пище: метаболизированная энергия зимой при  $0^\circ$  равна летней при  $11^\circ$ , а при более высоких температурах она ниже, чем при любых температурах в линьку.

По имеющимся у нас данным для исследованной популяции зябликов при естественном обитании метаболизированная энергия составляет зимой  $12-15$  ккал/сут, во время миграции —  $15-20$  ккал/сут, в начале линьки —  $17-20$  ккал/сут, т. е. зимняя потребность в пище на  $25-30\%$  ниже летней. Потенциальная энергия зяблика равна  $30$  ккал/сут, что позволяет переносить температуру среды до  $-30^\circ$ ; при наличии корма и достаточной длине дня зяблики способны неограниченное время жить при температурах до  $-15^\circ$ . В таких условиях метаболизированная энергия у них будет равна летней или даже выше ее. Однако популяция, зимующая севернее основного ядра, настолько разрежена, что пищевая конкуренция не должна проявляться.

Каждая из регрессий (рис. 1 и 3) отличается от предложенных С. Ч. Кенди (Kendeigh, 1966) для мелких воробьиных. Однако крайние высокие и крайние низкие значения совпадают. Видимо, отличие наших данных от указанных С. Ч. Кенди — следствие того, что при вычислении регрессий он суммировал материал, полученный за несколько разных сезонов.

Ранее на основании сезонных изменений ночных потерь веса тела В. Дольник (1967; Dolnik, 1967) предположил снижение скорости метаболизма зимой. Так как автор считал энергетическую цену потерь веса константной ( $3,3$  ккал/г), это снижение у зяблика должно было быть по сравнению с линькой двукратным; более того, даже при низких температурах весовые потери зимой были ниже летних. Предполагалось, что такая значительная экономия энергии — следствие прекращения на зиму продуктивных процессов, связанных с протеиновым метаболизмом.

В данном исследовании мы убедились в существовании у зябликов более низкого энергетического и протеинового метаболизма. Однако эффект этот намного ниже, чем предполагался; основной источник экономии энергии зимой — прекращение продуктивных процессов (размножение, линька, миграция) и использование в полной мере возможностей физической терморегуляции. Источник ошибки в оценке уровня зимнего метаболизма по потерям веса тела ночью — более высокая энергетическая

цена этих потерь зимой по сравнению с летом и возрастание этой цены при снижении температуры среды (рис. 2).

Таким образом, с одной стороны, наши данные показали снижение уровней *SMR*, *RE* и *EE* зимой, но, с другой стороны, это снижение достаточно мало для того, чтобы при многих расчетах использование формул Кенди, предполагающих неизменность этих величин по сезонам, могло дать вполне удовлетворительные результаты.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Дольник В. Р., 1966. Изменение соотношения жирового и углеводного обмена как эндогенный стимул к миграции у птиц. Зоол. ж. **45** (6) : 897—909.
- Дольник В. Р., 1967. Годовые циклы биоэнергетических приспособлений к условиям существования у 16 видов *Passeriformes*. Тр. Зоол. ин-та **10** : 3—15.
- Дольник В. Р., Блюменталь Г. И., 1964. Биоэнергетика миграции птиц. Успехи соврем. биол. **58** (5) : 280—301.
- Дольник В. Р., Добрычина И. Н., Блюменталь Г. И., 1965. Сезонные изменения углеводного и жирового метаболизма и их значение в возникновении миграционного поведения у зяблика. Сообщ. Прибалт. комиссии по изучению миграций птиц **3** : 171—182.
- Кескпайк Ю., 1968. Нерегулярная гипотермия у мелких птиц. Сб. студенческих научных работ, Тарту **2** : 43—49.
- Шилов А., 1968. Регуляция теплообмена у птиц. 1—251.
- Шилов М. А., Ильичев В. Д., Ремезова В. А., 1965. Сезонная изменчивость теплопроводности и структуры покровов птиц. Вест. МГУ, сер. биол. **5** : 32—37.
- Baldwin S. P., Kendeigh S. C., 1932. Physiology of the temperature of birds. Museum Nat. Hist. **3** : 1—196.
- Dawson W. R., Tordoff H. B., 1964. Relation of oxygen consumption to temperature in the red- and white-winged crossbills. Auk. **81** (1) : 26—35.
- Dolnik V. R., 1967. Bioenergetische Anpassungen der Vögel an die Überwinterung in verschiedenen Breiten. Der Falke **14** (9—10) : 305—311.
- Helms C. W., Drury W. H., 1960. Winter and migratory weight and fat field studies on some North American buntings. Bird-Banding **31** (1) : 1—40.
- Kendeigh S. C., 1944. Effects of air temperature on the rate of energy metabolism in the English sparrow. J. Exptl Zool. **96** (1) : 1—16.
- Kendeigh S. C., 1966. Interrelation of energy balance, temperature and size in birds XIX Internat. Ornithol. Cong., Abstracts, Oxford.
- King J. R., Farner D. S., 1961. Energy metabolism, thermoregulation and body temperature. In: Biol. and comparative physiol. of birds in N. Y. **2** : 215—288.
- King J. R., Farner D. S., 1966. The adaptive role of winter fattening in the White-crowned Sparrow with comments on its regulation. Amer. Naturalist **100** (914) : 403—418.
- Precht H., Christophersen J., Hensel H., 1955. Temperatur und Leben. Springer. Berlin.
- Scholander P. E., Hock R., Walters W., Irving L., 1950. Adaptation to cold in Arctic and tropical mammals and birds in relation to body temperature insulation and basal metabolic rate. Biol. Bull. **99** (2) : 259—271.
- Steen J., 1958. Climatic adaptation in some small northern birds. Ecology **39** (4) : 625—629.
- Veghte J. H., 1964. Thermal and metabolic responses of the gray jay to cold stress. Physiol. Zool. **37** (3) : 316—328.
- Wallgren H., 1954. Energy metabolism of two species of the genus *Emberiza* as correlated with distribution and migration. Acta Zool. fennica **84** : 1—110.

V. GAVRILOV, V. DOLNIK, J. KESKPAIK

## METSVINDI ENERGIABILANSI SESOONSED MUUTUSED

## Resümee

Käsitletakse metsvindi (*Fringilla coelebs*) energiabilanssi pesitsusjärgsel sulgimis-perioodil, peale sulgimist (nn. puhkeperioodil) ja rände alguses.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Zooloogia ja Botaanika Instituut

Saabus toimetusse  
24. IV 1969

V. GAVRILOV, V. DOLNIK, J. KESKPAIK

## THE WINTER ENERGY METABOLISM IN THE CHAFFINCH

## Summary

The Chaffinch, *Fringilla coelebs*, is object of this paper. We have data on the population that breed on the Courland Spit of the Baltic Sea and migrate regularly to southwestern Europe. After capture, all birds were exposed to natural photoperiod in avaries in a room with a temperature about 15°C.

Energy metabolism, body temperature and nightly weight-loss were registered in small cages where the birds were confined for a 24-hour period in organic glass boxes and exposed to various constant temperatures.

Metabolisable (and/or existence) energy was measured by the method of Kendeigh (1944). Catabolisable energy, rest energy and standard metabolic rate were registered by O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> measurement in the Holden apparatus. Nightly cloacal temperatures were recorded by microelectric thermometers.

Excreted urin was collected during the night in separate experiments. After rectification, it was dried, weighed and the urinary nitrogen was determined by the method of Kyldahl.

In this paper, we compare 3 periods of the seasonal cycle: (1) the postnuptial molt, (2) the period between the finish of molt and beginning of the autumnal migration, and (3) the wintering. The first is a period of a very intensive metabolism, the second is a period of the lowest rate of metabolism in the summer, and metabolised energy is equivalent to existence energy.

Figs 1—4 and tables 1, 2 show, as follows:

1. The standard metabolic rate in winter is low.
2. The urinary energy (the protein catabolism) in winter is low, but only 10 per cent of the SMR decrease is due to its reduction.
3. In the winter, the decreasing of the energy expenditure takes place during the night. In particularly, it is based on the increasing of the insulating ability of covers, but in parts on the different insulating ability by various positions of feathers. The nightly energy-loss depends on the position of covers, to an extent of 15 to 25 per cent.
4. A lowering of the zone of thermal neutrality is the result of these phenomena.
5. The caloric density of the nightly weight-loss is different in various seasons. It is temperature-dependent, and has a "thermoneutral zone" and a "critical temperature".
6. The winter existence energy is only 10 per cent lower than in the summer. It is, however, 15 to 30 per cent lower than the metabolised energy in the molting period. The maximal difference takes place in the temperature range natural for the Chaffinch's wintering area.

The energy metabolic element in the winter acclimatization of the Chaffinch is the decreasing of the nightly energy-loss and daily food intake. These phenomena are based primarily on the reduction of energy expenditure for productive metabolic processes, the increasing of the insulating ability of covers, adaptative changes of the position of feathers and only in a smallest part on the reduction of the chemical heat production. In total, the effect of these processes reduced the winter food intake by 15—30 per cent in comparison to the intake in summer.