

урожайности кукурузы, прибавка которой составила 24 % к контролю.

4. Энергетическая эффективность биогумуса выше, чем азофоски, и изменялась от 2,28 до 8,78 ед. в зависимости от варианта опыта, что свидетельствует о предпочтительном применении этих удобрений в технологии выращивания кукурузы.

#### Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
2. Иодко С.Л., Шарков И.Н. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве // *Агрохимия*. – 1994. – № 4. – С. 95–97.
3. Чупрова В.В., Жукова И.В., Ульянова О.А. Агроэкологическая оценка коробиогумуса // *Вестн. КрасГАУ*. – 2014. – № 11. – С. 94–100.
4. Сорокина О.А. Агрогенная трансформация серых лесных почв. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 176 с.
5. Савич В.И. Варьирование свойств почв во времени и пространстве // *Докл. ТСХА*. – 1971. – Вып. 162. – С. 111–115.

6. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. – 3-е изд. – М., 2006. – 720 с.

#### Literatura

1. Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv*. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 478 s.
2. Iodko S.L., SHarkov I.N. *Novaya modifikaciya disulfifofenolovogo metoda opredeleniya nitratov v pochve* // *Agrohimiya*. – 1994. – № 4. – S. 95–97.
3. Chuprova V.V., Zhukova I.V., Ul'yanova O.A. *Agroekologicheskaya ocenka korobiogumusa* // *Vestn. KrasGAU*. – 2014. – № 11. – S. 94–100.
4. Sorokina O.A. *Agrogennaya transformaciya seryh lesnyh pochv*. – Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2008. – 176 s.
5. Savich V.I. *Var'irovanie svojstv pochv vo vremeni i prostranstve* // *Dokl. TSKHA*. – 1971. – Vyp. 162. – S. 111–115.
6. Mineev V.G. *Agrohimiya: uchebnik*. – 3-e izd. – M., 2006. – 720 s.

УДК 599.742.41

В.А. Курбижеков, Г.В. Девяткин

#### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ В ВЫЯВЛЕНИИ АДАПТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ *MARTES ZIBELLINA* L. (НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ТЕРРИТОРИЙ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ, ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО САЯНА)

V.A. Kirbizhekov, G.V. Devyatkin

#### APPLICATION OF THE MORPHOPHYSIOLOGICAL METHOD OF INDICATORS IN IDENTIFICATION OF ADAPTATION CHANGES OF *MARTES ZIBELLINA* L. (ON THE EXAMPLE OF SOME TERRITORIES OF KUZNETSK ALATAU, THE WESTERN SAYAN AND EAST MOUNTAINS)

В настоящей статье приводятся результаты исследований, характеризующих территориальную относительную разность воздействия факторов среды обитания на соболя. Обнаружены различия в кардиосоматическом, гепатосоматическом индексах, а также в индексах почек и селезенки. Цель исследования заключалась в выявлении адапционных

изменений соболя при воздействии факторов окружающей среды. В основу работы положены результаты исследований, проведенных в период с 2012 по 2013 г. В исследованиях использовались тушки соболя с некоторых территорий трех районов добычи: Западного Саяна, нагорья Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна. Выявлены адапционные изменения

соболя к воздействию факторов окружающей среды. Обнаружены различия в относительном весе внутренних органов между самцами и самками соболя как на одной территории, так и в сравнении с другими территориями исследования. Индексы внутренних органов у самок несколько больше индексов внутренних органов самцов. Достоверны различия индексов внутренних органов особей, добытых на территории Восточного Саяна. Отмечено некоторое повышение морфофизиологических индексов печени и почек у особей, обитающих на данной территории, относительно данного показателя у особей, добытых на территории Западного Саяна, а также у соболей, добытых в Восточном Саяне, отмечено некоторое понижение индекса селезенки относительно того же показателя, выявленного у особей, обитающих на территориях Западного Саяна и Кузнецкого Алатау. Индекс почек у соболей, обитающих на территории Западного Саяна, достоверно ниже индекса почек соболей Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна.

**Ключевые слова:** соболю, морфофизиологический индекс, внутренние органы, окружающая среда.

*In this article the results of studies characterizing the relative difference between the territorial effects of factors of habitat on sable are discussed. The differences in cardiological, hepatosomatic indexes, and indexes of kidney and spleen are found. The goal of this work was to identify adaptive changes of sable when exposed to environmental factors. The study was based on the results of the studies conducted in the period from 2012 to 2013. In the research the carcass sable with some areas of three mining areas was used: the Western Sayan mountains, highlands Kuznetsk Alatau and East Sayan. Adaptive changes of the sable to the effects of environmental factors were identified. Differences in the relative weight of internal organs between the males and females of sable as in the same area, and in comparison with other areas of study were detected. The indexes of internal organs in females are slightly more than indices of internal organs of males. Significant differences of the indices of the internal organs of animals were noticed on the territory of the Eastern Sayan. So,*

*there was a slight increase in morphophysiological indices of liver and kidney in individuals who live in a particular area relative to this index in individuals produced in the territory of the Western Sayan mountains, and sable, produced in the Eastern Sayan, a slight decrease of spleen index compared to the same indicator that identified in individuals that live in areas of the Western Sayan and Kuznetsk Alatau. The index of the kidneys in sable, living on the territory of the Western Sayan was significantly lower than index of kidney sable Kuznetsk Alatau and East Sayan.*

**Key words:** sable, morphophysiological index, internal organs, environment.

**Введение.** Многочисленными исследованиями показано, что изменение любого экологического фактора отражается на состоянии организма и ведет к каким-либо компенсаторным или адаптационным изменениям, величина которых определяется интенсивностью действующего фактора. Действие фактора считается значимым, если приводит к отклонению от нормы [5].

Адаптации биологических систем к воздействию факторов среды обитания осуществляются на всех уровнях организации живой материи: молекулярном, клеточном, тканевом, органном, организменном, популяционном, биоценоотическом. Специфика воздействия факторов среды обитания заключается в воздействии на физиологические процессы организма. Что в свою очередь приводит к адаптации организма к данным условиям обитания. Косвенным свидетельством изменения физиологических процессов является относительная масса внутренних органов, функции которых непосредственно связаны с обменом веществ и энергии в организме, – надпочечников, печени, тимуса, селезенки, почек, сердца, семенников [3].

В качестве индикаторов физиологического состояния животных должны использоваться признаки, которые обладают следующими свойствами:

- являются жизненно важными для организма;
- обладают высокой реактивной способностью, то есть четко реагируют на изменение условий внешней среды;

– в своей совокупности дают более или менее полное представление о физиологическом состоянии животных;

– не требуют для обследования сложного лабораторного оборудования (обследование может быть проведено в природной обстановке);

– допускают обследование массового материала, в связи с чем создаются возможности для характеристики популяции в целом.

Метод морфофизиологических индикаторов, разработанный С.С. Шварцем, позволяет регистрировать реакции животных и судить о степени интенсивности воздействия внешних факторов окружающей среды на организм особи [6].

Для морфофизиологического анализа, также разработанного С.С. Шварцем, используются основные органы, принимающие активное участие в процессах метаболизма: сердце, почки, легкие, селезенка, гонады, поджелудочная железа и др. Известно, что степень варьирования какого-либо признака связана со степенью его биологической значимости. Органы, имеющие меньшую значимость, варьируют очень сильно и при недостатке корма теряют в весе больше, чем органы, от работы которых зависит судьба организма. Кроме того, чем однообразнее проходит развитие органа у разных особей, тем меньше будет вариабельность его размеров у взрослых животных данной группы. Чем больше защищен орган от недостатка питательных веществ при общем голодании организма, тем стабильнее будет его развитие и меньше изменчивость.

Большинство показателей связано с общей массой тела животного. Нужно отметить, что чаще всего масса дает более полное представление об истинных размерах животного, чем линейные показатели. Кроме того, с изменением массы тела связан целый комплекс физиологических изменений в организме. Поэтому при оценке морфофизиологической специфики животных необходимо учитывать закономерности циклических колебаний массы их тела, связанных с определенными физиологическими изменениями в организме, приуроченными к сезонным циклическим явлениям (спячка, линька, миграции и др.). Показано, что изменение степени вариабельности является более чутким показателем экологической изменчивости го-

мойотермных животных, чем пойкилотермных. При этом в разных группах животных наблюдаются общие закономерности в характере вариабельности отдельных органов.

Наибольшей индивидуальной изменчивостью отличаются печень и поджелудочная железа. Их функциональная деятельность связана с изменением массы, поэтому для этих органов характерно изменение абсолютной и относительной массы в течение короткого периода времени. Условия существования не остаются постоянными, поэтому относительно высокая вариабельность индексов печени и поджелудочной железы следует считать нормой. А снижение их изменчивости можно рассматривать в качестве индикатора экологического своеобразия исследуемой популяции.

Согласно существующим данным, печень является не только пищеварительной железой, важным органом кроветворения и энергетическим депо организма, но и служит хранилищем запасов белков, среди которых находятся и ферменты, выполняющие функцию детоксикации ксенобиотиков разного происхождения. Масса печени изменяется преимущественно за счет накопления или расходования углеводов. По изменению массы печени можно судить о напряженности обменных процессов. К изменению величины печени приводят и сезонная смена характера питания, а также кратковременные перерывы в обеспеченности кормами. Способность животных к изменению морфофизиологических особенностей в разные сезоны года является важным экологическим приспособлением, в связи с чем изучение сезонной динамики индекса печени имеет важное значение для оценки состояния популяций. В период размножения у животных проявляется половой диморфизм по относительной массе печени. Биологический смысл этого явления заключается в специфике расходования и накопления энергетических резервов самцами и самками, поскольку вынашивание и выкармливание потомства требует увеличения запасов питательных веществ.

Сердце играет важную роль в кровоснабжении организма, транспорте кислорода к органам и тканям. Его масса зависит от физических нагрузок. Более активные, подвижные, способные к длительному мышечному напряжению виды имеют более высокие индексы сердца. К

увеличению размеров сердца и интенсификации его функций приводят любые изменения, требующие повышения уровня метаболизма (усиление активности, снижение температуры окружающей среды, рост, размножение и т. п.). Следовательно, вариабельность индекса сердца может служить индикатором условий существования. Зная закономерности сезонной изменчивости относительной массы сердца, можно судить о состоянии популяции в целом, а также разных в физиологическом отношении групп животных [6].

Таким образом, использованный нами в данном исследовании метод морфофизиологических индикаторов имеет особое значение и для сравнения разных популяций одного и того же вида, обитающих в различных экологических условиях, а также при сравнении разных видов животных.

В настоящей статье приводятся результаты исследований, характеризующих территориальную относительную разность воздействия факторов среды обитания на соболя. Обнаружены различия в кардиосоматическом, гепатосоматическом индексах, а также в индексах почек и селезенки.

**Цель исследования:** выявление адаптационных изменений соболя при воздействии факторов окружающей среды.

**Материалы и методы исследования.** В основу работы положены результаты исследований, проведенных в период с 2012 по 2013 г. В исследованиях использовались тушки соболя с некоторых территорий трех районов добычи: Западного Саяна, нагорья Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна (рис. 1).



Рис. 1. Районы добычи тушек соболя: Западный Саян, нагорье Кузнецкого Алатау и Восточный Саян

Всего обработано и промерено по морфофизиологическим показателям 90 тушек соболя. В качестве морфофизиологических признаков использовался относительный вес внутренних органов, функции которых непосредственно связаны с метаболизмом и кроветворением – сердца, печени, почек и селезенки. Исследование морфофизиологической реактивности организма соболя проводилось с использованием методов биологической статистики и метода морфофизиологических индикаторов. Были определены следующие показатели:

$$- \text{индекс органа } C (\%) = \frac{m \text{ органа } (мг)}{m \text{ тела } (г)} [6];$$

– ошибка средней арифметической  $m_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ , где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  $n$  – объем выборки;

– среднее квадратичное отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}},$$

где  $\bar{x}$  – средняя арифметическая исследуемого признака;  $x_i$  – значение отдельного признака вариационного ряда;  $(n - 1)$  – число степеней свободы;

– ошибка среднего квадратического отклонения  $m_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$ , где  $n$  – объем выборки;

– коэффициент вариации  $cv = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$ ,

где  $\bar{x}$  – средняя арифметическая исследуемого признака;

– ошибка коэффициента вариации

$$m_{cv} \approx \frac{cv}{\sqrt{2n}},$$

где  $cv$  – коэффициент вариации;  $n$  – объем выборки;

– достоверность различий [4]

$$t = \frac{C_2 - C_1}{\sqrt{C_2^2 + C_1^2}}$$

**Результаты исследований и их обсуждение.** Обнаружены различия в относительном весе внутренних органов между самцами и сам-

ками соболя как на одной территории (индекс сердца, индекс печени, ♀ – 13,2; 29,3; ♂ – 10,7; 24,2), так и в сравнении с другими территориями исследования (индекс сердца, ♀ – 13,2; 11,7; 13,3; ♂ – 10,7; 10,9; 11,7).

Достоверны различия индексов внутренних органов особей, добытых на территории Восточного Саяна. Так, отмечено некоторое повышение морфофизиологических индексов печени и почек у особей, обитающих на данной территории, относительно данного показателя у особей, добытых на территории Западного Саяна, а также у соболей, добытых в Восточном Саяне, отмечено некоторое понижение индекса селезенки относительно того же показателя, выявленного у особей, обитающих на территориях Западного Саяна и Кузнецкого Алатау. Индекс почек у соболей, обитающих на территории Западного Саяна, достоверно ниже индекса почек соболей Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна (табл.).

**Территориальные попарные различия морфофизиологических индексов *Martes zibellina* L., ‰**

Орган	Пол	Западный Саян ♀ – 12; ♂ – 21 (A)	Кузнецкий Алатау ♀ – 20; ♂ – 19 (B)	Восточный Саян ♀ – 10; ♂ – 9 (C)	Достоверность различий t		
					A-B	A-C	B-C
Сердце	♀	13,2 ± 1,4	11,7 ± 0,8	13,3 ± 0,9	0,93	0,03	1,32
	♂	10,7 ± 0,6	10,9 ± 0,5	11,7 ± 0,6	0,34	1,19	0,98
Печень	♀	29,3 ± 4,2	31,1 ± 3,0	32,7 ± 2,2	0,34	0,71	0,43
	♂	24,2 ± 1,7	25,1 ± 1,6	29,8 ± 3,2	0,37	1,55	1,33
Почка R	♀	3,9 ± 0,3	4,2 ± 0,2	4,6 ± 0,2	1,09	2,15*	1,07
	♂	3,2 ± 0,1	3,8 ± 0,2	4,0 ± 0,5	2,36*	1,61	0,38
Почка L	♀	3,9 ± 0,3	4,0 ± 0,2	4,5 ± 0,2	0,22	1,77	2,14*
	♂	3,3 ± 0,2	3,7 ± 0,2	4,0 ± 0,5	1,22	1,29	0,65
Селезенка	♀	3,7 ± 0,7	2,9 ± 0,2	2,7 ± 0,2	1,08	1,33	0,52
	♂	2,9 ± 0,4	2,6 ± 0,2	2,3 ± 0,3	0,60	1,16	0,92

\* Различия достоверны, P = 95 %.

У соболя, добытого на территории Восточного Саяна, отмечено повышение кардиосоматического, гепатосоматического индекса, а также индекса почек относительно данного показателя у животных, добытых с территорий Западного Саяна и Кузнецкого Алатау. В данной ситуации к

факторам окружающей среды, влияющим на адаптацию животных, а именно повышение индексов внутренних органов, следует отнести низкие сезонные температуры воздуха исследуемых территорий. Восточные Саяны характеризуются более суровыми климатическими усло-

виями, в отличие от Западного Саяна. Так, климат Республики Тыва много континентальнее, чем в Республике Хакасия. Средние температуры января в Тыве – от –25 до –34 °С, иногда отмечаются морозы до –55...–58 °С, в Хакасии

же средние температуры января – от –15 до –21 °С [1, 2].

Отмечены также различия морфофизиологических индексов соболя относительно пола (рис. 2).

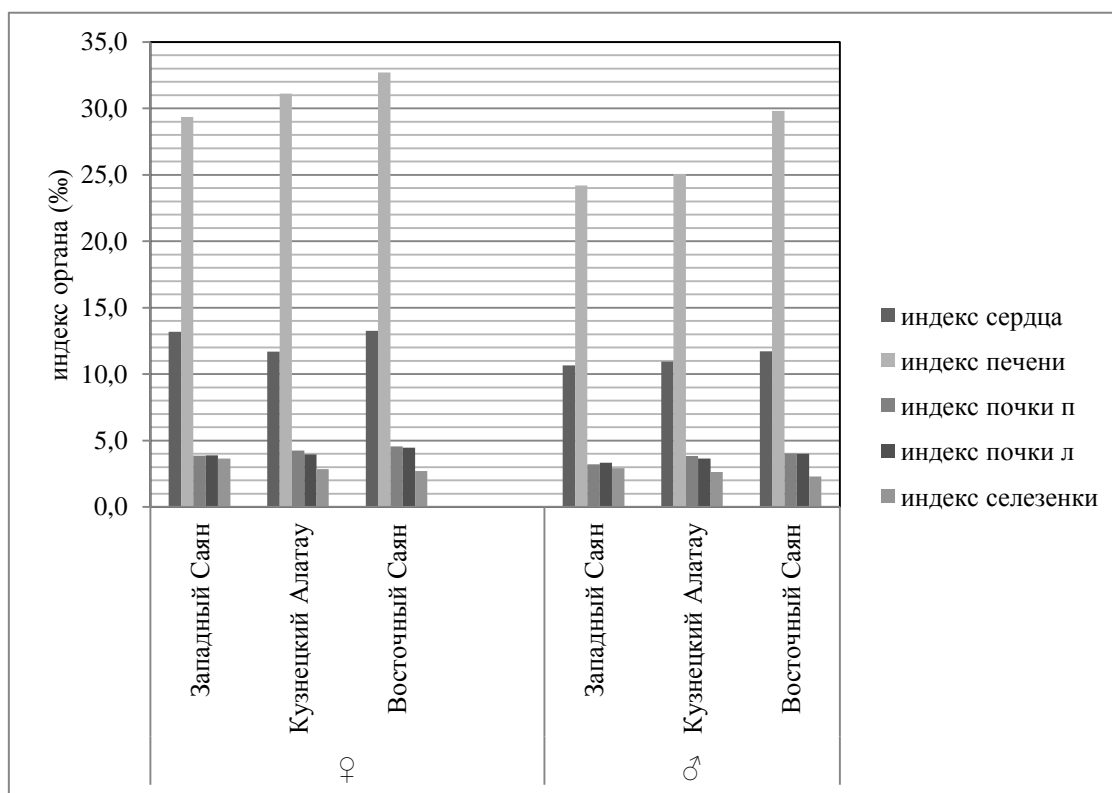


Рис. 2. Сравнение индексов внутренних органов *Martes zibellina* L. относительно территорий исследования и пола животных

Индексы внутренних органов у самок несколько больше индексов внутренних органов самцов. Возможно, самки при меньшем, в отличие от самцов, абсолютном весе тела имеют высокую скорость метаболизма, вследствие чего их относительный вес внутренних органов увеличивается.

**Выводы.** На основании результатов проделанной работы на исследуемых территориях были выявлены адаптационные изменения соболя к воздействию факторов окружающей среды. Путем изменения объема внутренних органов организм адаптируется к условиям окружающей среды, что, несомненно, является одним из механизмов движения эволюции.

### Литература

1. О состоянии окружающей среды Республики Хакасия в 2013 году: гос. докл. / Министерство промышленности и природных ресурсов Республики Хакасия. – Абакан, 2014. – С. 160.
2. О состоянии окружающей среды Республики Тыва в 2012 году: гос. докл. / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Тыва. – Кызыл, 2012. – С. 149.
3. Дёмина Л.Л., Боков Д.А. Морфофункциональные изменения в организме мелких млекопитающих в условиях техногенного воздействия (на примере Оренбургского газоперерабатывающего завода) // Вестн. ОГПУ. – 2007. – № 2. – С. 30–34.

4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
5. Тестов Б.В., Пьянкова Д.А., Афонина Т.Д. Тимус и селезенка как индикаторы энергетического состояния животных // Вестн. Перм. ун-та. – 2004. – № 2. – С. 185–187.
6. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // Тр. ИЭРиЖ. – Свердловск, 1968. – 387 с.
3. Dyomina L.L., Bokov D.A. Morfofunkcional'nye izmeneniya v organizme melkih mleko-pitayushchih v usloviyah tekhnogenogo vozdeystviya (na primere Orenburgskogo gazopere-rabatyvayushchego zavoda) // Vestn. OGPU. – 2007. – № 2. – С. 30–34.
4. Lakin G.F. Biometriya. – М.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.
5. Testov B.V., P'yankova D.A., Afonina T.D. Timus i selezenka kak indikatory ehnergeticheskogo sostoyaniya zhivotnyh // Vestn. Perm. un-ta. – 2004. – № 2. – С. 185–187.
6. Shvarc S.S., Smirnov V.S., Dobrinskij L.N. Metod morfofiziolozhicheskikh indikatorov v ehkologii nazemnyh pozvonochnyh // Tr. IENRiZH. – Sverdlovsk, 1968. – 387 s.

### Literatura

1. О состоянии окрестностей среды Республики Хакасия в 2013 году: гос. докл. / Министерство промышленности и природных ресурсов Республики Хакасия. – Абакан, 2014. – С. 160.
2. О состоянии окрестностей среды Республики Тыва в 2012 году: гос. докл. / Министерство

УДК 58.084:582.675.1 (571.56)

П.А. Павлова

### ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИСПЫТАНИЕ РАСТЕНИЙ ИЗ СЕМЕЙСТВА ЛЮТИКОВЫХ (*RANUNCULACEAE* JUSS.) В ЯКУТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ\*

P.A. Pavlova

### INTRODUCTION TEST OF PLANTS FROM *RANUNCULACEAE* JUSS. FAMILY IN YAKUTSK BOTANICAL GARDEN

В статье рассмотрены результаты многолетних интродукционных исследований 28 видов из 13 родов семейства *Ranunculaceae* Juss. в коллекционном питомнике природной флоры Якутии Якутского ботанического сада. По 10 наиболее перспективным и редким видам даны краткая характеристика жизненной формы, ареал вида в Якутии, феноритмотип, принадлежность к группе сроков цветения, морфологическое описание, интродукционная устойчивость. Интродуценты по феноритму разделены на 3 группы: весеннецветущие – 11, летнецветущие – 12, позднелетнецветущие – 3. В коллекции лютиковых – 7 редких видов, занесенных в Красную книгу Республики Саха (Якутия, 2000). По хозяйственной ценности 21 вид – декоративные, 7 – лекарственные. 27

видов размножаются семенным путем. У большинства видов наблюдается самосев. 1 вид (клопогон вонючий) не дает зрелых семян. Почти все испытанные виды, кроме лютика якутского (мучнистая роса), не подвергаются болезням и вредителям. Таким образом, по интродукционной устойчивости виды разделены: высокоустойчивые – 20, устойчивые – 5, у 3 видов интродукционная устойчивость не определена; в культуру введены 2–3 года назад.

**Ключевые слова:** интродукция, фенология, морфология, интродукционная устойчивость, ареал, ботанический сад, хозяйственная ценность, культура.

\*Работа выполнена по Бюджетной программе «Разнообразие растительного мира таежной зоны Якутии: структура, динамика, сохранение» (гос. рег. № 0376-2014-002).