

УДК 582.794.2 (470.343)

Н. А. Разумников, **В. И. Таланцев**, **И. Н. Разумников**

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ ЛИСТЬЕВ ЭЛЕУТЕРОКОККА КОЛЮЧЕГО И СОДЕРЖАНИЯ В НИХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Выявлена изменчивость биомассы листьев интродукционной культуры элеутерококка колючего, зависящая от высоты растений, числа скелетных осей (стволиков), количества листьев в кусте, принадлежности к морфологической группе и влажности самих листьев. Установлено, что доля влияния высоты куста и числа стволиков в нем при аддитивном воздействии составляет 82,5 %. Представлены данные содержания микроэлементов в органах растений, на основе которых установлены оптимальные сроки заготовки листьев элеутерококка колючего в качестве пищевого и лекарственного сырья.

Ключевые слова: элеутерококк колючий, биомасса, микроэлементы.

Введение. Элеутерококк колючий *Eleutherococcus sesMcosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim. содержит в корнях, корневищах, побегах и листьях гликозиды и другие биологически активные вещества [1–6], однако в официальной медицине находят применение преимущественно корневища и корни [7, 8]. Запасы подземных органов элеутерококка колючего в естественном ареале находятся в прямой зависимости от количества и высоты стеблей, а также его биомассы, на значение которых значительное влияние оказывает степень освещенности [9–12]. Рост спроса на недревесные ресурсы леса обуславливает необходимость разработки нормативов, обеспечивающих неистощительность их пользования и качество сырья. В частности, для элеутерококка необходимо определить параметры неистощительного изъятия ресурсов корней, стеблей и листьев [13].

Известно, что микроэлементы (бор, марганец, цинк, медь, молибден и др.) участвуют в физиологических процессах растений, оказывая влияние на их морозостойкость и засухоустойчивость, способствуя их интродукции и акклиматизации [14]. В связи с этим интерес к изучению содержания микроэлементов в органах элеутерококка колючего имеет ряд важных аспектов: для выявления физиологической роли в организме; в связи с различиями почвенных условий естественного ареала и региона интродукции и выявления поглощающей способности подземных органов; закономерностях их накопления в органах растения; влиянии на устойчивость растения к неблагоприятным факторам среды и т.п.

Цель исследования – выявление в условиях интродукции закономерностей накопления биомассы листьев элеутерококка колючего и содержания в них микроэлементов.

Решаемые задачи: 1) выявление изменчивости биомассы листьев элеутерококка колючего в условиях интродукции; 2) установление причин, обуславливающих изменчивость морфометрических параметров и физиологического состояния листьев культур элеутерококка колючего; 3) определение содержания микроэлементов в органах растений элеутерококка колючего и почвенных образцах.

Объекты и методика исследований. Объектами исследований служили интродукционные культуры элеутерококка колючего, произрастающие на территории Ботанического сада-института Марийского государственного технического университета: 16–17-летние растения, выращенные из семян местной репродукции, на экспериментальной семенной плантации элеутерококка колючего (ЭСПЭК) и 18-летние растения, привезенные из Главного ботанического сада РАН (г. Москва), в дендрарии. Почва на участках произрастания растений дерново-сильноподзолистая среднесуглинистая на покровных суглинках. Лесной участок характеризуется лесорастительными условиями свежей сурамени.

Зелёные листья элеутерококка заготавливали в фазе начала цветения (9 июля 2010 года) и до начала осеннего расцветивания листьев (2 сентября 2009 и 1 сентября 2010 года), а средние образцы побегов – 2 сентября 2009 года. Биомассу листьев (на примере 10 растений) вычисляли как произведение их количества в кусте, определенного их поштучным подсчетом, на среднюю массу листа с черешком. Среднюю массу листа с черешком определяли для каждого учетного растения в фазе начала цветения и до начала осеннего расцветивания листьев; в каждом случае выборка включала 13–15 штук со всех частей кроны. Всего изучено 26 растений. Потерю влаги листьями определяли высушиванием их до воздушно-сухого состояния при температуре окружающей среды 20–22 °С. Определение золы в исследуемых образцах проводили по [15, с. 24]. Содержание металлов в органах элеутерококка колючего и корнеобитаемом слое почвы устанавливали на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 400 «Perkin Elmer (USA)» [16]. Смешанный образец почвы для анализа микроэлементного состава получен взятием с пяти точек на ЭСПЕК на глубину залегания корневищ и корней (до 20 см). Подготовку образцов для анализа на содержание микроэлементов осуществляли по [17].

Результаты исследований. Анализ исходного материала показал, что количество листьев в кусте элеутерококка колючего, их биомасса и влажность характеризуются очень большой изменчивостью, а высота растений – наименьшей (табл. 1).

С учетом большого размаха параметров, характеризующих морфометрические показатели листьев элеутерококка колючего, были проанализированы значения в зависимости от условий произрастания, в частности от удаленности растений от стены леса. Подобный анализ основывался на ранее установленной достоверной корреляционной связи между удалённостью растений от стены леса с южной и западной сторон и соответственно высотой кустов ($r = 0,62$) и количеством скелетных осей (стволиков) в кусте ($r = 0,57$), причем, фактором, существенно влияющим на рост и продуктивность кустов, явилась обеспеченность световым довольствием, доля влияния которой составила 32 % [18].

Т а б л и ц а 1

Значения показателей изменчивости параметров элеутерококка колючего в условиях интродукции

Параметры	Значения статистических показателей				
	$M_x \pm m_x$	min	max	размах	V, %
Воздушно-сухая масса листьев в кусте, г	521±120,1	94	1054	960	72,8
Количество листьев в кусте, шт.	687±157,9	189	1756	1567	72,7
Сырая масса листьев в кусте, г	1831±372	473	3478	3005	64,2
Влагосодержание воздушно-сухого образца листьев, %*	294±27,6	216	481	265	29,6
Средняя масса листа, г	0,7±0,1	0,5	1,1	0,6	31,9
Количество стволиков в кусте, шт.**	10±1,4	5	21	16	44,9
Высота растения, м	2,7±0,1	1,6	3,2	1,6	16,1

Примечание: * отношение содержания влаги в листьях к массе воздушно-сухих листьев; ** в учет брали многолетние побеги (стволики), включая корневые отпрыски, выше 1 м.

Обобщение данных показало, что наименьшей изменчивостью характеризуется высота кустов ($V = 10,0 \%$), остальные параметры – большой изменчивостью ($V = 24–43 \%$). Установлено, что биомасса листьев кустов, растущих на открытом месте, в 4,3 раза превышает аналогичные значения растений, размещенных на удалении 2 м от стены леса. Значительна разница между параметрами и в сравнении с растениями, растущими в окне березового насаждения. Ухудшение условий освещения приводит к увеличению размаха изменчивости биомассы растений. Существенность различий между растениями, произрастающими на открытом месте и в условиях затенения, по биомассе листьев подтверждается однофакторным дисперсионным анализом ($F_{\phi}=45,06 > F_{0,05}=5,30$; $НСП_{05}=228,4$). Растения, располагающиеся близко к стене леса и испытывающие затенение, а также и корневую конкуренцию, в сравнении с кустами на открытом месте, характеризуются и существенно низкими значениями высоты и количества стволиков в кусте, что согласуется с ранее выявленными закономерностями [18].

Для выяснения причин изменчивости биомассы листьев были выполнены расчеты и рассмотрены зависимости отдельных параметров. Анализ связей между изученными признаками показал, что биомасса листьев элеутерококка колючего на 62,7 % зависима от высоты растений, в меньшей степени (на 37,0 %) – от числа стволиков в кусте. Высота кустов и число стволиков в них оказывают влияние и на суммарное количество листьев, но в меньшей степени, что обусловлено изменчивостью их массы (табл. 2).

Воздушно-сухая масса листьев значительно зависит не только от высоты и числа скелетных осей растения, доля влияния которых составляет 44,8 %, но и ряда неучтенных факторов: генетических и морфологических особенностей, обеспеченности световым довольствием, корневой конкуренции и т.п. Выявлено, что одним из таких существенно влияющих параметров является показатель влагосодержания воздушно-сухих листьев, причем с увеличением высоты и количества стволиков в кусте значения показателя уменьшаются, что связано с потерей на транспирацию.

Т а б л и ц а 2

Показатели изменчивости параметров элеутерококка колючего в БСИ МарГТУ

Параметры	Возраст плантации 17 лет						Возраст плантации 18 лет**	
	Первый ряд*		Второй ряд		$t_{\text{факт.}}$	$t_{\text{ст}}$	$M_x \pm m_x$	$V, \%$
	$M_x \pm m_x$	$V, \%$	$M_x \pm m_x$	$V, \%$				
Воздушно-сухая масса листьев куста, г	190±36,0	42,6	815±112,9	31,0	5,28	2,78	333±97,8	58,8
Высота растений, м	2,3±0,1	10,0	2,9±0,1	10,0	4,57	2,18	2,4±0,2	18,8
Количество стволиков в кусте, шт. ***	6,5±0,7	39,5	13,7±1,6	39,4	4,16	2,18	7,2±0,6	18,1

Примечание: *первый ряд – растения располагаются в направлении север-юг восточнее от стены леса на расстоянии 2 м, второй ряд – через 4,5 м; ** растения, растущие в окне березового насаждения (по данным учета в июне 2002 г.); *** включая корневые отпрыски высотой выше 1 м.

Проявление у растений в интродукционной культуре видимых различий в насыщенности окраски листьев дало основание выделить, наряду с обычной зеленолистной морфологической формой, темно-зеленолиственный морфологический тип, который визуальнo отличается относительно большими размерами листьев. Анализ данных показал (табл. 4), что изменчивость биомассы листочков достаточно большая: размах составляет от 5,5 до 6,3 г у зеленолистной формы и от 2,5 до 4,6 г у темнолистной формы. Наибольшей величиной изменчивости характеризуется зеленолиственный морфотип. В

фенофазе начала цветения при близких значениях влажности листьев отмечается тенденция к существенности различия между воздушно-сухой массой листьев выделяемых морфотипов. Зафиксировано достоверное различие между параметрами в фазе до начала осеннего расцветивания листьев ($F_{\phi} = 3,3 > F_{0,05} = 2,02$), когда содержание сухих веществ в листе темно-зеленолистного морфотипа в 1,6 раза превышает показатель зеленолистной формы.

Влажность листьев элеутерококка колючего в условиях интродукции составляет 59–71 %, что обуславливает изменчивость надземной массы растения. В районе экологического оптимума (Южный Сихотэ-Алинь) влажность листьев достигает $74,5 \pm 1,0$ % [12]. Подобное различие объясняется климатическими и почвенными условиями естественного ареала и региона интродукции. Значительное снижение содержания влаги в листьях к концу вегетации объясняется длительным периодом засухи 2010 года и уменьшением её содержания в почве, однако при этом темно-зеленолистный морфотип, как и в фенофазе начала цветения растений, характеризовался меньшей влажностью с разницей около 2 %. Значения массы листьев свежесрезанных и в воздушно-сухом состоянии в обеих морфогруппах тесно коррелируют между собой: коэффициент корреляции (r) в темнолистной группе и контроле соответственно составили 0,97 и 0,98.

Таблица 3

Масса листьев* (г) элеутерококка колючего различных морфологических форм

Морфологическая форма	Состояние листа	Потеря от высушивания, %	Статистические показатели				V, %	$t_{факт.}$	$t_{ст}$
			min	max	размах	$M_x \pm m_x$			
<i>В фазе начала цветения у зеленолистных и цветения – у темнолистных (09.07. 2010 г.)</i>									
Зеленолистная (контроль)	свежесрезанный	70,8	0,8	6,3	5,5	$2,7 \pm 0,3$	60,4	-	2,0
	воздушно-сухой	-	0,3	2,3	2,0	$0,8 \pm 0,1$	51,8	-	
Темнолистная	свежесрезанный	69,0	1,2	5,8	4,6	$3,0 \pm 0,2$	38,6	0,4	
	воздушно-сухой	-	0,4	1,7	1,3	$0,9 \pm 0,1$	38,1	1,7	
<i>В фазе до начала осеннего расцветивания листьев (01.09. 2010 г.)</i>									
Зеленолистная (контроль)	свежесрезанный	61,3	0,6	6,9	6,3	$1,5 \pm 0,2$	77,4	-	2,0
	воздушно-сухой	-	0,2	1,0	0,8	$0,5 \pm 0,1$	36,7	-	
Темнолистная	свежесрезанный	58,6	1,1	3,6	2,5	$1,8 \pm 0,1$	36,4	1,4	
	воздушно-сухой	-	0,4	1,5	1,1	$0,7 \pm 0,1$	37,9	3,3	

Примечание: * с черешком.

Анализ данных показывает (см. табл. 3), что элеутерококк колючий в фазе до осеннего расцветивания характеризуется уменьшением воздушно-сухой массы листа. В связи с этим уместно обратиться к работе Д. А. Сабина (цит. [19, с. 46]), в которой указывается, что рост растения не обязательно сопровождается количественным увеличением, но и распадом и убылью сухого вещества. Принимая во внимание указанное выше, можно предположить, что в элеутерококке колючем с начала цветения до осеннего расцветивания происходит перераспределение веществ, накопленных в листьях. У зеленолистной формы элеутерококка доля убыли содержания сухих веществ по сравнению с его значением в начале цветения составляет 37,5 %, а у темнолистной – 22,3 %. По разнице величины воздушно-сухой массы листа морфотипов элеутерококка можно сделать вывод, что растения темнолистного морфотипа характеризуются меньшей потерей сухих веществ, соответственно меньшей необходимостью его перераспределения в системе растительного организма. Следовательно, физиологические процессы в растениях темнолистного морфотипа в течение вегетации лучше обеспечиваются необходимыми веществами.

По расчетам, воздушно-сухая масса листьев элеутерококка колючего при выращивании в условиях интродукции на плантации при размещении растений 5x4 м составит около 400 кг/га, что сопоставимо с аналогичным параметром листьев в воздушно-сухом состоянии на единице площади в кедрово-широколиственных лесах Приморского края [20].

Изучение содержания металлов в органах растений элеутерококка колючего и почвенных образцах выявило ряд особенностей изучаемого вида. Прежде всего, по величине содержания в листьях элеутерококка колючего Mn и Fe, в сравнении с другими микроэлементами, можно их условно отнести к группе макроэлементов (табл. 4). Постепенное увеличение содержания большинства микроэлементов (Mn, Zn, Cu и др.) от корней вверх к органам растения дает основание предположить, что микроэлементы участвуют в процессах транспортирования и депонирования. Изменение содержания микроэлементов в органах элеутерококка колючего свидетельствует об их участии в физиологических процессах, перемещении химических элементов из почвы в растение, их аккумуляции в листьях. Среди вегетативных органов элеутерококка колючего листья выделяются максимальным содержанием микроэлементов, в 1,4–4,7 раза превышающим аналогичный показатель в подземных органах.

Т а б л и ц а 4

Содержание элементов в почве и органах элеутерококка колючего по данным учета 2009 г.

Вид образца	Влажность, %	Зольность, %	Содержание ионов металлов в пересчете на высушенный образец, мг/кг						
			Mn	Fe	Zn	Pb	Si	Co	Cd
Листья	11,47	13,55	350,2±28,2	173,4±3,1	28,9±1,7	8,3±0,2	7,8±0,3	6,4±0,2	1,9±0,1
Побеги	6,59	6,13	95,1±1,9	60,0±7,1	29,9±0,4	2,1±0,1	5,4±0,1	0,9±0,04	0,3±0,01
Корни	5,93	8,81	73,9±1,6	120,1±19,5	14,8±0,3	4,2±0,1	2,6±0,1	1,5±0,04	0,6±0,01
Почва	5,64	-	3728±72,4	11420±60,6	34,5±1,3	18,9±2,1	9,9±0,1	10,9±0,1	1,2±0,1

Зольность корней, корневищ и побегов элеутерококка, произрастающего в естественных условиях, составляет 4–6 %, а листьев к концу вегетации – до 13 % [21].

Учитывая повышенное содержание микроэлементов в листьях элеутерококка колючего, в 2010 году мы провели их изучение в два срока их фенологического развития. Анализ данных показал, что в фазе до осеннего расцветивания содержание в листьях элеутерококка большинства элементов (K, Mg, Fe, Zn, Si, Ni и Co), в сравнении с их количеством в фазе начала цветения, увеличивается, причем различия за исключением параметров Ni, Pb и Co, достоверны. И наоборот, отмечается значительное снижение содержания в листьях Mn и некоторое уменьшение концентрации Ca и Cd (табл. 5). В сравнении с 2009 годом в листьях элеутерококка отмечается значительно меньшее содержание Mn, Pb и Co. В листьях элеутерококка колючего исследуемые микроэлементы в убывающем порядке ранжируются следующим образом: Ca – K – Mg – Mn – Fe – Sr – Zn – Cu – Pb – Ni – Co – Cd.

Сравнительный анализ содержания микроэлементов в дикорастущих лекарственных растениях Нечерноземной зоны и органах элеутерококка колючего выявил особенности формирования микроэлементного состава интродуцента. Так, в фазе до осеннего расцветивания листьев элеутерококка содержание Cd превышает наибольшие показатели дикорастущих видов лекарственных растений в 7,1 раза, Pb – в 3,3 раза, Sr – в 1,7 раза, Ni и Co – в 1,5 раза. Близко к наибольшим значениям также и содержание в лис-

Т а б л и ц а 5

Биохимические параметры листьев элеутерококка колючего в Республике Марий Эл (2010 г.)

Параметры	ДЛР [22]* – контроль	Дата сбора		Разница	$t_{факт.}$	$t_{ст}$
		9 июля	1 сентября			
Влажность, %	нет данных	9,7±0,2	10,5±0,1	+0,8	4,6	2,6
Зольность, %	нет данных	13,1±0,2	13,3±0,3	+0,2	0,6	2,6
Са**	нет данных	41099,5±2600,9	37228,8±3662,7	-3870,2	0,9	2,6
К	нет данных	12303,7±984,1	23469,7±2917,0	+11166,0	3,6	2,6
Mg	нет данных	2813,3±86,6	7837,0±336,2	+5023,7	14,5	2,6
Mn	101,5	151,0±4,0	100,3±7,6	-50,7	5,9	2,6
Fe	319,2	111,1±3,8	344,8±13,3	+233,7	16,9	2,6
Sr	35,5	58,9±1,8	нет данных			
Zn	36,8	22,6±0,5	29,9±1,5	+7,3	4,6	2,6
Си	12,2	5,3±0,2	10,3±0,9	+5,0	5,4	2,6
Pb	0,99	2,9±0,1	3,3±0,3	+0,4	1,0	2,6
Ni	1,06	1,0±0,1	1,5±0,2	+0,5	2,2	2,6
Co	0,96	1,3±0,1	1,4±0,1	+0,1	1,4	2,6
Cd	0,14	1,1±0,01	1,0±0,1	-0,1	1,0	2,6

Примечание: * дикорастущие лекарственные растения в южной тайге Нечерноземной зоны (в опыте 66 сборов); $t_{факт.}$ – коэффициент достоверности различия; $t_{ст}$ – критические точки распределения Стьюдента при α уровне значимости 0,05; ** содержание элементов дано на высушенный образец, мг/кг.

тях Fe, Mn, Zn и Cu [23]. С учетом того, что микроэлементы Cd и Pb относятся к числу компонентов химического загрязнения окружающей среды, листья элеутерококка колючего можно оценивать как орган-концентратор, характеризующий степень загрязнения условий местообитания, однако величина их содержания в побегах и подземных органах растений не превышает временные максимально допустимые уровни химических элементов в кормовых травах (ВМДУ-97), составляющие 0,3 мг/кг сухого вещества. Ранее нами установлено, что содержание естественных и техногенных радионуклидов в сырье корней и корневищ элеутерококка колючего, выращенного в Республике Марий Эл, соответствует критерию радиационной безопасности и пригодно для использования в фармацевтической промышленности [24]. Корни и побеги растения, в отличие от листьев, содержат намного меньше изученных микроэлементов.

В целом, содержание химических элементов в органах элеутерококка колючего, в сравнении с дикорастущими лекарственными растениями, позволяет его рассматривать как вид, обладающий высокой аккумуляционной способностью в отношении ряда микроэлементов. Физиологическая способность интродуцента поглощать из почвы и накапливать микроэлементы в значительном количестве, обуславливает, очевидно, высокую зимостойкость и засухоустойчивость вида в культуре. В практическом плане значительное содержание в листьях элеутерококка колючего Ca, K, Mn, Fe, Sr, Си, Zn и некоторых других микроэлементов, наряду с содержанием гликозидов [1–6], позволяет расценить листву этого вида как ценное лекарственное и пищевое сырье. Полученные данные о содержании микроэлементов в листьях элеутерококка являются доводом для пересмотра сроков заготовки листьев в качестве лекарственного и пищевого активного сырья. Н. И. Супрунов наиболее рациональным периодом для сбора листьев считает

фазу полного распрямления листьев (май) и бутонизации (июнь), когда в листьях отмечается наибольшее содержание экстрактивных веществ [21]. Однако автор не отмечает влияние изъятия листьев на жизненное состояние растения.

По данным М. А. Гриневиц [20, с. 8–9], биологическая активность листьев элеутерококка зависит от интенсивности ростовых процессов: перед цветением, когда в листьях в основном рост прекращается, она составляет 130 стимулирующих единиц действия (СЕД), а затем вдвое уменьшается и остается неизменной до конца вегетации. И, наоборот, в корнях наименьшая активность отмечается в июле (53 СЕД), в августе постепенно повышается до 83 СЕД и к концу вегетации достигает максимума (116 СЕД). Эти данные свидетельствуют, что максимум питательных веществ в элеутерококке накапливается до фазы цветения. Затем содержание питательных веществ снижается, вероятно, с использованием их на формирование плодов. К концу вегетации наблюдается их отток и запасание в подземных органах.

В листьях элеутерококка в условиях интродукции снижается содержание сухого вещества на 22–37 % от максимальных значений. Исходя из установленных общих правил заготовки лекарственного растительного сырья, рекомендуемых изъятие не более одной трети общего количества листьев [25], логично предположить, что имеющаяся доля резерва сухих веществ обеспечит нормальное функционирование элеутерококка колючего. Например, известен способ заготовки листьев бархата с черешком (в качестве лекарственного сырья, содержащего эфирное масло, флавоноиды, кумарины и дубильные вещества), который осуществляют срезанием вручную в июле и августе не менее трети от общего числа листьев, с сохранением целостности ветвей и зарослей [26].

Выводы

1. Биомасса листьев элеутерококка колючего существенно зависит от высоты кустов, в меньшей степени – от числа скелетных осей в кусте, а аддитивное воздействие на 82,5 % обусловлено влиянием этих признаков. Существенное влияние на высоту элеутерококка колючего и количество стволиков в кусте оказывает режим освещенности: растения на открытом месте, в сравнении с растущими в условиях затенения, формируют в 4,3 раза большую биомассу листьев. Воздушно-сухая масса листьев 17-летнего растения элеутерококка колючего местного происхождения в зависимости от экологических условий составляет от 0,19 до 0,81 кг.

2. Большая изменчивость массы листа элеутерококка колючего обусловлена не только высотой растения и числом скелетных осей в кусте, но и влажностью самих листьев, а также морфологическими особенностями особей. Наибольшей величиной изменчивости листа характеризуется зеленолиственный морфотип.

3. В период с начала цветения до осеннего расцветивания происходит убыль сухого вещества в листьях элеутерококка колючего, причем растения темнолистного морфотипа характеризуются меньшей их потерей, а соответственно и меньшей необходимостью его перераспределения в системе растительного организма. Выделенный темно-зеленолиственный морфологический тип растения накапливает, в сравнении с зеленолистной формой, до начала осеннего расцветивания в 1,6 раза больше сухих веществ.

4. Увеличение содержания химических элементов происходит у элеутерококка колючего от корневой системы вверх по органам. Физиологическая способность элеутерококка колючего поглощать из почвы и накапливать микроэлементы в значительном количестве, обуславливает, очевидно, высокую зимостойкость и засухоустойчивость вида в интродукционной культуре.

5. Значительное накопление ряда микроэлементов в подземных и надземных органах интродукционных культур позволяет охарактеризовать их как ценное пищевое активное и лекарственное сырье.

6. С целью рационального прижизненного использования листьев в качестве лекарственного и пищевого сырья целесообразно заготавливать их в период с начала созревания плодов (со второй декады по конец августа).

Список литературы

1. Еляков, Г. Б. Гликозиды элеутерококка. Выделение и некоторые свойства элеутерозидов В и Е / Г. Б. Еляков, Ю. С. Оводов // Химия природных соединений. – 1965. – № 1. – С. 3-7.
2. Оводов, Ю. С. Химическое исследование гликозидов элеутерококка колючего и акантопанакса скученноцветного / Ю. С. Оводов, Л. А. Елякова, Р. Г. Оводова и др. // Реф. докл. IX Менделеевского съезда по общ. и прикл. хим. – М., 1965. – № 4. – С. 10-11.
3. Соловьева, Т. Ф. Общая характеристика полисахаридов аралиевых / Т. Ф. Соловьева, Т. И. Прудникова, Ю. С. Оводов // Растительные ресурсы. – 1968. – Т. 6. Вып. 4. – С. 497-501.
4. Супрунов, Н. И. Гликозиды листьев *Eleutherococcus senticosus* / Н. И. Супрунов // Химия природных соединений. – 1970. – № 4. – С. 486.
5. Еляков, Г. Б. Гликозиды аралиевых / Г. Б. Еляков, Ю. С. Оводов // Химия природных соединений. – 1972. – № 6. – С. 697-709.
6. Лекарственное растительное сырьё. Фармакогнозия: учеб. пособие / Г. А. Белодубровская, К. Ф. Блинова, В. В. Вандышев и др.; под ред. Г. П. Яковлевой и К. Ф. Блиновой. – СПб.: СпецЛит, 2004. – 765 с.
7. Корневище и корень элеутерококка колючего: фармакопейная статья ФС 42-2725-90. – Изд. официальное фармакопейного комитета, 1990. – 6 с.
8. Экстракт элеутерококка жидкий: фармакопейная статья ФС 42-2833-92. – Изд. официальное фармакопейного комитета, 1992. – 6 с.
9. Форш, О. Д. Распространение и запасы элеутерококка колючего в лесах Южного Приморья / О. Д. Форш // Растительные ресурсы. – 1968. – Т. 4. Вып. 1. – С. 24-28.
10. Супрунов, Н. И. Некоторые биоэкологические особенности свободнойгодника колючего и его запасы на Советском Дальнем Востоке / Н. И. Супрунов, Т. П. Самойлов // Растительные ресурсы. – 1970. – Т. 6. Вып. 3. – С. 328-336.
11. Измоденов, А. Г. Богатства кедрово-широколиственных лесов / А. Г. Измоденов. – М.: Лесн. промышленность, 1972. – 120 с.
12. Дюкарев, В. Н. Продуктивность биомассы *Eleutherococcus senticosus* Rupr. et Maxim. / В. Н. Дюкарев, Т. А. Комарова // Растительные ресурсы. – 1986. – Т. 22. Вып. 4. – С. 481-487.
13. Захаренков, А. С. О некоторых принципах нормативно-правовой регламентации пользования недревесными ресурсами леса и их отражение в правилах сбора и заготовки // Современное состояние недревесных растительных ресурсов России: под ред. Т. Л. Егошиной. – Киров: ВНИИОЗ, 2003. – С. 22-27.
14. Ковальский, В. В. Микроэлементы в растениях и кормах ЯЗ / В. В. Ковальский, Ю. И. Раецкая, Т. И. Грачева. – М.: Колос, 1971. – С. 3-15.
15. Государственная фармакопея СССР: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырьё / Министерство здравоохранения СССР; 11 изд., доп. – М.: Медицина, 1989. – Вып. 2. – С. 15-24.
16. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля, марганца, кобальта, хрома методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: Изд. ФГУ «ФЦАО», 2007. – 20 с.
17. Журавлева, Е. Г. Подготовка почвенных и растительных образцов для анализа на содержание микроэлементов / Е. Г. Журавлева // Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах; под ред. И. Г. Важенина. – М.: Колос, 1974. – С. 7-24.
18. Разумников, Н. А. Опыт создания плантации *Eleutherococcus senticosus* Rupr. et Maxim. в Республике Марий Эл / Н. А. Разумников, О. Н. Бажин // Нива Поволжья. – 2010. – № 1. – С. 90-94.
19. Зайцев, Г. Н. Оптимум и норма в интродукции растений / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1983. – 270 с.
20. Гриневич, М. А. Элеутерококк / М. А. Гриневич. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1970. – 40 с.
21. Супрунов, Н. И. Фармакогнозия и технология получения препаратов элеутерококка колючего / Н. И. Супрунов // Итоги изучения элеутерококка в Советском Союзе. – Владивосток: ДВФСОАНССИ. – 1966. – С. 20-23.
22. Шелепова, О. В. Региональные особенности формирования микроэлементного состава лекарственных растений / О. В. Шелепова, М. Е. Пименова // Ботанические сады как центры разнообразия и рационального использования растительных ресурсов: материалы междунар. конф. – М.: Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 2005. – С. 549-552.

23. Разумников, Н.А. Закономерности сезонного развития элеутерококка колючего в Марий Эл / Н.А. Разумников, И. Н. Разумников // Вестник МарГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2010. – № 3. – С. 107-116.

24. Разумников, Н. А. Оценка сырья элеутерококка колючего требованиям радиационной безопасности / Н. А. Разумников, Е. А. Гончаров. – Известия ОГАУ. – 2010. – № 1 (25). – С 190-192.

25. Чиков, П. С. Лекарственные растения: справочник / П.С. Чиков; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 431 с.

26. Растения для нас: справочное издание / К. Ф. Блинова, В. В. Вандышев, М. Н. Комарова и др.; под ред. Г. П. Яковлева и К. Ф. Блиновой. – СПб.: Учебная книга, 1996. – 653 с.

Статья поступила в редакцию 08.12.10.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., Государственный контракт № П738 от 20 мая 2010 года.

N. A. Razumnikov, V. I. Talantsev, I. N. Razumnikov

REGULARITIES OF SPINY ELEUTEROCOCCUS LEAVES BIOMASS ACCUMULATION AND TRACE SUBSTANCES CONTENT IN IT

Variability of the spiny eleuterococcus leaves biomass which depends on plants height, number of skeletal axes (stipes), number of leaves on a bush, belonging to a certain morphologic group and moisture content in the leaves is revealed. It was found out that an influence rate of the bush height and a number of stipes in it in case of additional impact is 82,5%. The data concerning the trace substances content in the parts of the plants are given. On the basis of the data the ideal period for spiny eleuterococcus leaves laying-out as food and drug raw material is calculated.

Key words: *spiny eleuterococcus, biomass, trace substances.*

РАЗУМНИКОВ Николай Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии МарГТУ. Область научных интересов – интродукция и биологические ресурсы (рациональное использование биоресурсного потенциала дальневосточных древесных растений в условиях интродукции). Автор более 90 публикаций.

E-mail: kls@marstu.net

ТАЛАНЦЕВ Владимир Иванович – инженер кафедры химии МарГТУ. Область научных интересов – физическая химия. Автор восьми публикаций.

E-mail: askarlson@mail.ru

РАЗУМНИКОВ Иван Николаевич – магистр МарГТУ. Область научных интересов – интродукция и биохимия растений. Автор семи публикаций.

E-mail: kls@marstu.net