

УДК 581.19:58.01/.07

## КАЧЕСТВО СЫРЬЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ПРИМЕРЕ *HYPERICUM PERFORATUM* L. И *LEONURUS QUINQUELOBATUS* GILIB.

© Ю.В. Загурская<sup>1\*</sup>, И.И. Баяндина<sup>2</sup>, Т.И. Сиромля<sup>3</sup>, А.И. Сысо<sup>3</sup>, Е.В. Дымина<sup>2</sup>, О.О. Вронская<sup>1</sup>,  
Л.М. Казанцева<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт экологии человека СО РАН, пр. Ленинградский, 10, Кемерово,  
650065 (Россия), e-mail: syjil@ngs.ru

<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, ул. Добролюбова,  
160, Новосибирск, 630039 (Россия)

<sup>3</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, ул. Советская, 18,  
Новосибирск, 630099 (Россия)

<sup>4</sup>Алтайский филиал Центрального сибирского ботанического сада  
Сибирского отделения Российской академии наук «Горно-Алтайский  
ботанический сад», урочище Чистый луг, с. Камлак, Шебалинский район,  
Республика Алтай, 649218 (Россия)

Определено содержание фенольных соединений и тяжелых металлов в сырьевой части растений *H. perforatum* и *L. quinquelobatus*, культивируемых в трех регионах Западной Сибири (Республика Алтай, Кемеровская и Новосибирская области). Проведено изучение динамики накопления флавоноидов в листьях исследуемых растений. Получены данные об изменчивости морфологических признаков и показателей продуктивности растений при выращивании в различных условиях. Установлено, что исследованные растения соответствуют требованиям, предъявляемым к лекарственному растительному сырью, по содержанию как биологически активных веществ, так и тяжелых металлов и могут быть использованы для получения лекарственных средств.

**Ключевые слова:** *Hypericum perforatum* L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., фенольные соединения, флавоноиды, продуктивность растений, тяжелые металлы в растительном сырье.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №10-04-98011-р\_сибир\_а).

### Введение

При выращивании лекарственных растений основными вопросами, требующими изучения, являются изменения в морфологических признаках, фенологическом состоянии и метаболизме основных действующих веществ при культивации растений в различных условиях [1].

Устойчивость растений к воздействию стрессовых факторов, в частности техногенному загрязнению ок-

---

Загурская Юлия Васильевна – научный сотрудник  
лаборатории интродукции растений, кандидат  
биологических наук, тел.: (384-2)57-51-20,  
e-mail: syjil@ngs.ru

Баяндина Ирина Ивановна – доцент кафедры ботаники  
и ландшафтной архитектуры, кандидат биологических  
наук, тел.: (383)267-36-29, e-mail: bayandina@ngs.ru

Окончание на с. 142

ружающей среды, достаточно велика, но, известно, что реализация антистрессовых подпрограмм при адаптации растений к неблагоприятным условиям требует больших энергетических затрат растений, что сопровождается одновременным снижением обеспечения процессов продуктивности [2].

\* Автор, с которым следует вести переписку.

В настоящее время экологически неблагополучные области традиционно не используют для выращивания и сбора лекарственного растительного сырья, экстраполируя потенциальную опасность на весь регион. Одна из основных характеристик техногенного загрязнения – содержание тяжелых металлов в почве и растениях.

Цель данной работы заключалась в изучении возможности применения лекарственного сырья, полученного из растений, выращиваемых на территориях с различной степенью антропогенной нагрузки.

Были поставлены следующие задачи:

- проанализировать модельные растения на содержание тяжелых металлов и определить степень их загрязнения по данному параметру;
- оценить качество лекарственного сырья по содержанию в нем фенольных соединений;
- исследовать сезонную и возрастную динамику накопления флавоноидов;
- изучить изменчивость морфологических признаков и показателей продуктивности исследуемых растений.

В качестве модельных объектов были выбраны лекарственные растения официальной медицины, содержащие фенольные соединения: *Hypericum perforatum* L. (зверобой продырявленный) и *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (пустырник пятилопастной) [3].

Исследования проводились в трех регионах Западной Сибири, значительно отличающихся интенсивностью антропогенной нагрузки. По суммарной степени загрязнения воздушной и водной среды в исследуемых регионах наивысшие показатели характеризуют Кемеровскую область (1167,14 тыс. т и 1886,28 млн м<sup>3</sup>), что в 2–3 раза превосходит эти характеристики в Омской и Томской областях, которые также являются крупными промышленными центрами. Средние значения принадлежат Новосибирской области (201 тыс. т и 629 млн м<sup>3</sup>). Загрязнение окружающей среды в Республике Алтай минимально (14,34 тыс. т и 3,56 млн м<sup>3</sup>). [4, <http://ineca.ru>, <http://www.priroda.ru>].

Таким образом, Республика Алтай выбрана нами в качестве контрольной территории, подвергающейся минимальному загрязнению промышленными предприятиями. Кроме того, по некоторым данным, выращивание растений в горах и предгорьях способствует получению сырья с более высоким содержанием биологически активных веществ, чем в равнинной части тех же регионов [5, 6].

### Экспериментальная часть

Растения выращивали рассадным способом из генетически однородного материала в трех регионах Западной Сибири на опытных участках: Кузбасского ботанического сада ИЭЧ СО РАН (Институт экологии человека СО РАН, Кемерово); сада Мичуринцев НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск); Горно-Алтайского ботанического сада (АЛТФ ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад», с. Камлак).

Исследуемые растения являются многолетними, их основная сырьевая масса образуется с второго-третьего года жизни. Сбор сырьевой части растений каждого вида проводили по мере достижения ими соответствующего фенологического состояния, согласно требованиям Гос. Фармакопеи (1990). Сбор образцов для определения динамики накопления флавоноидов в листьях растений для каждого вида в каждом регионе проводили один раз в 2010 году (4–6 сентября), пять раз за сезон в 2011 году: 1 – конец июня (фаза вегетации), 2 – начало июля (переход к бутонизации), 3 – конец июля (цветение), 4 – середина августа (начало плодоношения), 5 – конец августа (конец вегетации), даты сбора для каждого образца указаны на диаграммах.

Морфометрические исследования проводили по методике Бельской [7], изучение показателей продуктивности растений – по методам Усманова и др. [8]. Содержание фенольных соединений определяли общепринятыми спектрофотометрическими методами (спектрофотометр СФ-26): флавоноидов – по образованию окрашенных комплексов с хлоридом

---

Сиромля Татьяна Ивановна – научный сотрудник лаборатории биогеохимии почв, кандидат биологических наук, e-mail: [tatiana@issa.nsc.ru](mailto:tatiana@issa.nsc.ru)

Сысо Александр Иванович – заместитель директора по науке, заведующий лабораторией, доктор биологических наук, e-mail: [syso@mail.ru](mailto:syso@mail.ru)

Дымина Елена Владимировна – доцент кафедры ботаники и ландшафтной архитектуры, кандидат биологических наук, тел.: (383) 267-36-29, e-mail: [dimina@ngs.ru](mailto:dimina@ngs.ru)

Вронская Оксана Олеговна – инженер-биолог лаборатории интродукции растений, тел.: (3842) 57-51-20, e-mail: [oksana\\_vronski@mail.ru](mailto:oksana_vronski@mail.ru)

Казанцева Людмила Михайловна – младший научный сотрудник, e-mail: [gabs@ngs.ru](mailto:gabs@ngs.ru)

алюминия ( $AlCl_3$ ), модифицированными для объектов исследования методами в пересчете на рутин или цинарозид [9, 10]; гиперцинов (в пересчете на гиперцин) и гидроксикоричных кислот (на кофейную или хлорогеновую кислоту) – прямой спектрофотометрией при определенных длинах волн; катехинов и лейкоантоцианов (в пересчете на катехин) – реакцией с ванилиновым реактивом [11]; суммы фенольных соединений (по галловой кислоте) – с реактивом Фолина-Чокальтеу [12]. Содержание тяжелых металлов определяли атомно-абсорбционным методом в Институте почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск).

Данные обработаны с помощью программ Microsoft Office Excel и пакета SNEDECOR® [13].

### Обсуждение результатов

**Тяжелые металлы.** Валовое содержание и концентрация подвижной формы тяжелых металлов в почвах оказывают влияние на накопление металлов в лекарственных растениях. На территории Западной Сибири почвы существенно различаются по валовому содержанию и концентрации подвижной формы тяжелых металлов. Их наибольшее количество отмечено в почвах Республики Алтай [14, 15]. Данные региональные особенности содержания в почвах тяжелых металлов оказывают существенное влияние на их концентрацию в лекарственных растениях. Кроме того, определенное значение имеют физико-химические свойства почв и гидротермический режим [16, 17]. Данные по содержанию тяжелых металлов в культивируемых лекарственных растениях (*Hypericum perforatum* L. и *Leonurus quinquelobatus* Gilib.) на экспериментальных участках показаны в таблице 1.

При сравнительной оценке полученных данных можно сделать вывод о том, что содержание наиболее токсичных химических элементов (свинца и кадмия) в исследованных растениях не превышает значений ПДК для биологически активных добавок на сухой растительной основе, нормируемых СанПиН 2.3.2.1078-01 [19]. Количество свинца в лекарственном сырье на порядок ниже не только ПДК, но и средних значений для растений. Содержание кадмия в изучаемых видах различается более чем на порядок, причем в *H. perforatum* значительно превосходит средние показатели для растений. Это подтверждает сведения о том, что данный вид является концентратом кадмия [20].

Цинк находится на нижней границе диапазона средних содержаний элемента в растениях, что говорит о слабой обеспеченности данным элементом [21]. Медь в данной ситуации стоит скорее рассматривать как элемент-биофил – на Алтае растения лучше обеспечены медью, а в более загрязненной Кемеровской области выявился ее недостаток. Количество Ni и Cr в целом укладывается в приведенные нормативы, при этом для хрома не обнаружено достоверного различия между регионами, а содержание никеля в наиболее загрязненном регионе (Кемеровская обл.) достоверно ниже, чем на Алтае.

Таким образом, общей оценки «загрязненности» региона недостаточно для заключения о непригодности его территории для выращивания растительного лекарственного сырья, соответствующего существующим требованиям, что подтверждают и другие наши исследования [16, 22, 23].

Изучена динамика накопления *флавоноидов* в листьях растений 1-го и 2-го года жизни для исследуемых видов. Наибольшая ошибка средней арифметической при изучении этих образцов составила 0,2% для *H. perforatum* и 0,1% *L. quinquelobatus*, поэтому данные приведены с округлением до десятых.

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в сырьевой части *L. quinquelobatus* и *H. perforatum*, культивируемых в трех регионах Западной Сибири

Наименование	Содержание тяжелых металлов, мг/кг сухого сырья					
	Cd	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr
Норма содержания в растениях [18]	0,05–0,20	5–30	5–10	27–150	0,1–5,0	0,1–5,0
ПДК для БАД [19]	1,0	–	6,0	–	–	–
<i>L. quinquelobatus</i>						
Республика Алтай	0,030±0,001	13,3±0,2	0,39±0,01	24,7±0,1	5,9±0,1	2,2±0,3
Новосибирская обл.	0,040±0,002	9,5±0,2	0,63±0,04	37,4±0,6	7,5±0,1	2,7±0,1
Кемеровская обл.	0,052±0,013	4,9±0,2	0,37±0,05	34,6±1,1	4,2±0,2	2,4±0,1
<i>H. perforatum</i>						
Республика Алтай	0,783±0,039	9,4±0,3	0,30±0,01	46,7±1,6	4,2±0,1	2,0±0,1
Новосибирская обл.	0,372±0,006	5,0±0,1	0,22±0,01	33,9±0,4	2,4±0,2	1,7±0,2
Кемеровская обл.	0,681±0,025	2,5±0,2	0,41±0,02	28,8±0,8	1,6±0,3	1,5±0,1

Примечание: здесь и далее после знака «±» приведена ошибка среднего арифметического значения.

Первый год жизни растения изученных видов во всех регионах закончили в фазе вегетации. Максимальное содержание флавоноидов обнаружено в листьях растений, выращенных в Камлаке (для *H. perforatum* – 2,1%, для *L. quinquelobatus* – 1,7%). Оно достоверно отличается от таковых в растениях, выращенных в Новосибирске и Кемерово (*H. perforatum* – 1,8 и 1,8%; *L. quinquelobatus* – 0,9 и 1,0% соответственно).

Содержание флавоноидов в листьях растений *H. perforatum* 2-го года в начале сезона в новосибирских растениях было больше, чем в образцах из других регионов, но стабильно снижалось с каждым сбором, а в Кемерово и Камлаке после спада в начале июля возрастало. Наименьшее содержание флавоноидов показали растения *H. perforatum* из Кемерово, а алтайские образцы в середине и конце сезона превосходили новосибирские (рис. 1).

В листьях *L. quinquelobatus* 2-го года жизни в течение сезона содержание флавоноидов различается менее значительно (рис. 2).

Во всех случаях обнаружено два пика. Для растений из Кемерово выявлено возрастание концентрации флавоноидов в конце июля с последующим спадом. Максимальное количество флавоноидов обнаружено в листьях *L. quinquelobatus* из Новосибирска (1,9%) и Кемерово (2,0%), собранных в конце июня. Минимальные различия в содержании в течение сезона были на Алтае (1,2–1,7%), при этом количество флавоноидов, в отличие от других регионов, возрастает к концу августа и почти не отличается от июньского сбора.

При сборе сырья с полученных нами растений выяснилось, что достижение необходимой фазы вегетации в различных точках происходит не одновременно. Растения *H. perforatum* первыми достигают стадии массового цветения растения в Новосибирске (28 июня), затем в Кемерово (6 июля) и последними – на Алтае (15 июля). Растения *L. quinquelobatus* в Новосибирске достигли соответствующего фенологического состояния к 23 июня, в Кемерово это произошло на неделю позже (30 июня), а в Камлаке первая возможность собрать качественный материал появилась только 6 июля.

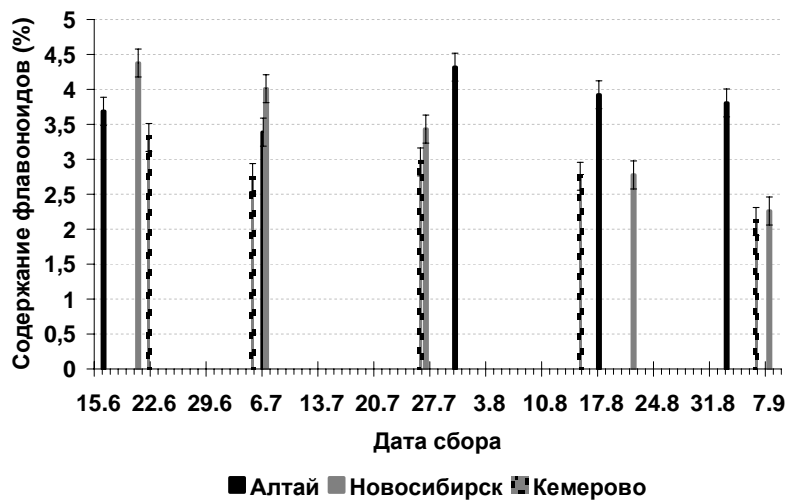


Рис. 1. Динамика накопления флавоноидов в листьях *H. perforatum* 2-го года жизни из регионов исследования в зависимости от фазы вегетации

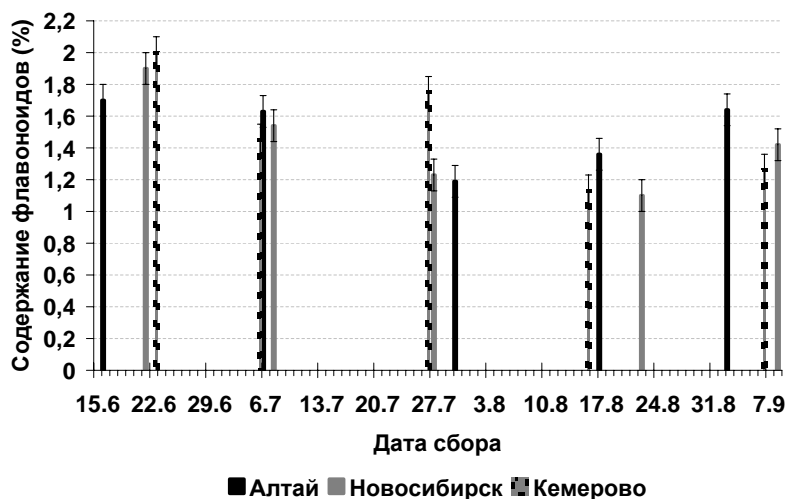


Рис. 2. Динамика накопления флавоноидов в листьях *L. quinquelobatus* 2-го года жизни из регионов исследования в зависимости от фазы вегетации

Фенольные соединения в сырьевой части растений. Проанализировано содержание фенольных соединений (сумма фенольных соединений, сумма флавоноидов, гиперидинов или катехинов и лейкоантоцианов, сумма гидроксикоричных кислот) в сырьевой части растений *H. perforatum* и *L. quinquelobatus* второго года жизни (табл. 2).

Одним из показателей качества лекарственного сырья *H. perforatum* является содержание в нем гиперидинов, при этом содержание должно составлять не менее 0,05% [24]. В образцах, собранных нами, количество гиперидинов даже в растениях из Кемерово соответствует этому требованию, а образцы из Новосибирска и с Алтая превосходят вышеназванную норму (0,073 и 0,070% соответственно).

В Государственной фармакопее СССР [3] указано, что количество флавоноидов в сырье *H. perforatum* должно быть не менее 1,5%. Как видно из таблицы, все наши образцы значительно превышают данный норматив. Содержание флавоноидов в сырье *H. perforatum* из различных регионов Западной Сибири различалось существенно. Среднее содержание суммы флавоноидов было максимально в Новосибирске (3,86%) и отличалось от алтайских образцов на 0,4%. Минимальное содержание флавоноидов характеризовало растения, выращенных в Кемерово. Те же зависимости характеризуют содержание суммы фенольных соединений.

Содержание гидроксикоричных кислот в растениях *H. perforatum* максимально для кемеровских образцов, пробы с Алтая и из Новосибирска почти не различались между собой.

Таблица 2. Содержание биологически активных веществ в *L. quinquelobatus* и *H. perforatum* в разных регионах Западной Сибири

Биологически активные вещества	Методическая ошибка	Республика Алтай	Новосибирская обл.	Кемеровская обл.	Лекарственные средства и БАД
<i>H. perforatum</i>					
Флавоноиды (рутин*)	0,06	3,45±0,06*	3,86±0,06	2,78±0,01	образец 1 – 2,6±0,4 образец 2 – 3,5±0,1 образец 3 – 2,8±0,5 образец 4 – 3,3±0,4
Гиперидины	0,002	0,070±0,001	0,073±0,001	0,050±0,001	образец 1 – 0,05±0,01 образец 2 – 0,13±0,004 образец 3 – 0,04±0,01 образец 4 – 0,06±0,01
Гидроксикоричные кислоты (кофейная)	0,13	1,63±0,02	1,67±0,10	1,92±0,03	образец 1 – 1,6±0,2 образец 2 – 2,3±0,2 образец 3 – 1,4±0,3 образец 4 – 1,8±0,2
Сумма фенольных соединений	2,6	22,9±2,05	29,9±1,77	21,7±0,28	не определяли
<i>L. quinquelobatus</i>					
Флавоноиды (цинарозид)	0,04	1,5±0,02	0,85±0,02	0,97±0,02	образец 1 – 0,50±0,000 образец 2 – 0,51±0,037 образец 3 – 0,95±0,003 образец 4 – 0,40±0,002
Катехины и лейкоантоцианы	0,012	0,15±0,01	0,13±0,004	0,13±0,001	образец 1 – 0,12±0,00002 образец 2 – 0,05±0,00002 образец 3 – 0,15±0,00002 образец 4 – 0,11±0,00010
Гидроксикоричные кислоты (хлорогеновая)	0,1	4,8±0,06	2,5±0,03	3,7±0,06	образец 1 – 1,7±0,000 образец 2 – 1,4±0,026 образец 3 – 3,6±0,026 образец 4 – 2,7±0,026
Сумма фенольных соединений	1,1	11,3±0,64	8,1±0,49	9,2±0,36	образец 1 – 9,2±0,14 образец 2 – 9,2±0,57 образец 3 – 26,0±1,01 образец 4 – 16,9±0,13

Примечание: \* – содержание в пересчете на данное соединение; обр. – образец.

У *L. quinquelobatus* наибольшим содержанием фенольных соединений по всем изученным классам веществ характеризуются алтайские образцы. Содержание флавоноидов в них составило около 1,5% в пересчете на цинарозид, содержание катехинов и лейкоантоцианов – около 0,15%. Суммарное содержание фенольных соединений было равно 11,3% и достоверно отличалось от этого показателя для растений из Кемерово и Новосибирска. Кемеровские и новосибирские пробы отличались друг от друга не так существенно: наиболее значительная разница между ними наблюдается в содержании флавоноидов (0,97 и 0,85% соответственно).

Для подтверждения результатов сравнивали собранные образцы с продающимися в аптеках лекарственными препаратами и биологически активными добавками травы и травы в виде фильтр-пакетов *L. quinquelobatus* (Herba Leonuri) четырех и зверобоя (Herba Hyperici) трех разных российских производителей. Растения *L. quinquelobatus*, полученные нами, равны или превосходят по содержанию флавоноидов и полифенольных кислот большинство аптечных препаратов. Растения *H. perforatum* из Кемерово уступали двум промышленным образцам, соответствуя при этом требованиям Государственной фармакопеи по содержанию флавоноидов (не менее 1,5%), новосибирские и алтайские растения обладают показателями, сравнимыми с наилучшими из аптечных образцов.

**Морфологические параметры.** Морфологические характеристики растений *L. quinquelobatus* различаются в зависимости от района культивации – начиная с первого года жизни размер растений уменьшается в следующем порядке: Новосибирск – Кемерово – Алтай. Растения зверобоя не имели подобной зависимости.

Динамика роста растений *H. perforatum* второго года различается по регионам выращивания. Масса надземной части во все периоды развития максимальна у растений из Новосибирска и уменьшается в следующем порядке: Новосибирск – Алтай – Кемерово. Благодаря благоприятным почвенно-климатическим условиям у растений зверобоя, выращенных на территории Новосибирска, уже в конце июля заканчивается плодоношение, а в августе начинается повторное цветение [25].

Для *L. quinquelobatus* высота растений максимальна у экземпляров из Новосибирска. Масса растений данного вида в зависимости от места произрастания уменьшается в ряду: Новосибирск – Кемерово – Алтай. Средний вес одного побега у *L. quinquelobatus* во всех точках сбора максимален в июле, а к августу снижается в результате отмирания листьев и осыпания с растений созревших семян [26].

Сведения о содержании биологически активных веществ в исследуемом сырье не являются однозначным показателем эффективности использования материала в качестве источника для получения препаратов, поскольку на количество лекарственных средств, получаемых из растений (продуктивность), оказывает влияние масса получаемого сырья.

Мы определили средний вес сырьевой массы по десяти индивидуальным растениям в каждом регионе и рассчитали вероятный выход биологически активных веществ (табл. 3).

Масса сырья, полученного с одного растения *H. perforatum*, в среднем по 10 образцам максимальна в Новосибирске и составляет 59,8 г, вес сырьевой массы алтайских растений зверобоя несколько меньше. Образцы из Кемерово имели крайне малую массу сырьевой части растений.

Потенциальный выход суммы фенольных веществ в расчете на одно растение из новосибирского сырья составляет 17,9 г, а из алтайского – около 11 г. Потенциальная продуктивность суммы флавоноидов и фенолкарбоновых кислот также максимальна в Новосибирске.

Таблица 3. Средний вес сырья и вероятный выход биологически активных веществ в *L. quinquelobatus* и *H. perforatum* в разных регионах Западной Сибири, г

Показатели продуктивности	Республика Алтай	Новосибирская обл.	Кемеровская обл.
<i>H. perforatum</i>			
Средняя масса одного растения, г	47,9±6,8	59,8±3,9	6,8±0,8
Содержание фенольных веществ, г	11,0±0,97	17,9±1,07	1,48±0,02
Содержание флавоноидов, г	1,47±0,10	2,31±0,04	0,19±0,01
Содержание гидроксикоричных кислот, г	1,15±0,06	1,65±0,13	0,19±0,01
<i>L. quinquelobatus</i>			
Средняя масса одного растения, г	24,7±3,6	73,2±10,8	56,8±10,2
Содержание фенольных веществ, г	2,77±0,18	5,97±0,35	5,2±0,18
Содержание флавоноидов, г	0,37±0,01	0,62±0,02	0,55±0,01
Содержание гидроксикоричных кислот, г	0,81±0,01	1,24±0,01	1,42±0,03

Максимальная масса сырьевой части *L. quinquelobatus* отмечена для растений, выращенных в Новосибирске: средняя масса сырья, собранного с одного растения, составила 73,2 г и превышала образцы с Алтая почти в три раза. Кемеровские растения обладали средней массой сырьевой части.

Рассчитанный суммарный выход фенольных соединений оказался наиболее высок в Новосибирске и составил почти 6 г на растение, несколько меньшее количество полифенолов содержат растения, собранные в Кемерово, минимум вероятного выхода веществ соответствует алтайским. Те же закономерности характеризуют продуктивность флавоноидов.

По выходу гидроксикоричных кислот наибольшие показатели принадлежат растениям, собранным в Кемерово. Известно, что хлорогеновая кислота участвует в регуляции ростовых процессов растения [27], что может объяснить более высокое ее содержание в растениях с меньшей фитомассой.

### Выводы

1. Показано, что общих показателей техногенного загрязнения региона недостаточно для заключения о непригодности территории для выращивания растительного лекарственного сырья, необходим контроль содержания тяжелых металлов и биологически активных веществ в лекарственных растениях.

2. Сырье, полученное нами при выращивании растений *L. quinquelobatus* и *H. perforatum* в регионах исследования, соответствует требованиям, предъявляемым к лекарственному растительному сырью в отношении содержания как биологически активных веществ, так и тяжелых металлов и может быть использовано для создания лекарственных средств.

3. Сезонная динамика накопления флавоноидов в растениях *H. perforatum* различается в зависимости от региона выращивания. Тенденции накопления флавоноидов в растениях *L. quinquelobatus* второго года во всех регионах исследования совпадают.

4. Содержание большинства исследованных биологически активных веществ в сырье растений *H. perforatum* максимально в Новосибирске, минимально – в Кемерово (количество гидроксикоричных кислот в образцах из этого региона было максимальным). Для сырья *L. quinquelobatus* содержание всех проанализированных групп биологически активных веществ снижается в ряду: Алтай – Кемерово – Новосибирск.

5. Выращенные нами растения *L. quinquelobatus* по содержанию флавоноидов и полифенольных кислот равны или превосходят большинство аптечных препаратов. Растения *H. perforatum* из Кемерово уступали двум промышленным образцам, соответствуя при этом требованиям Государственной фармакопеи по содержанию флавоноидов (не менее 1,5%), новосибирские и алтайские растения обладают показателями, сравнимыми с наилучшими из аптечных образцов.

6. Сырьевая масса *H. perforatum* во все периоды развития максимальна у растений из Новосибирска и уменьшается в следующем порядке: Новосибирск > Алтай > Кемерово, аналогично изменяется и потенциальная продуктивность. Для *L. quinquelobatus* масса сырьевой части новосибирских растений превосходит алтайские образцы почти в три раза, кемеровские растения имеют средние показатели. Та же картина наблюдается по содержанию фенольных соединений и флавоноидов, но по выходу гидроксикоричных кислот наибольшие показатели принадлежат растениям, собранным в Кемерово.

### Список литературы

1. Минаева В.Г. Теоретические и практические аспекты биохимического изучения лекарственных растений Сибири при интродукции // Ускорение интродукции растений Сибири: Задачи и методы : сб. науч. тр. Новосибирск, 1989. С. 97–103.
2. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа, 2001. 160 с.
3. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. 11-е изд. М., 1990. 400 с.
4. Шмыглева А.В. Экологическая политика Кузбасса: История проблемы (70-80-е годы) // ЭКО-бюллетень ИнЭКА. 2002. №7. С. 78–81. <http://ineca.ru>
5. Пикуненко О.В. Влияние географических факторов предгорья главной гряды Крымских гор на динамику накопления биологически активных веществ в лекарственных растениях // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2009. Т. 22, вып. 61. №2. С. 97–104.
6. Юнусова Ф.М., Рамазанов А.Ш., Юнусов К.М. Определение содержания биологически активных веществ в плодах облепихи дагестанских популяций // Химия растительного сырья. 2009. №1. С. 109–111.

7. Бельская Т.Н. Методика изучения возрастных изменений у растений по морфологическим признакам. М., 1949. 117 с.
8. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. М., 2001. 224 с.
9. Беликов В.В., Гочкова Т.В., Шатунова Л.В., Колесник Н.Т., Баяндина И.И. Количественное определение основных действующих веществ у видов *Hypericum* L. // Растительные ресурсы. 1990. Т. 26, вып. 4. С. 541–578.
10. Зиэп Т.Т. Нго, Жохова Е.В. Разработка методики количественного определения суммарного содержания флавоноидов в траве пустырника спектрофотометрическим методом // Химия растительного сырья. 2007. №4. С. 73–77.
11. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л., 1987. С. 348–349.
12. Мазец Ж.Э., Шаститко Л.В., Бузук Г.Н., Спиридович Е.В. Динамика накопления соединений фенольной природы в листьях *Betula pendula* // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. 2010. №3. С. 3–7.
13. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Краснообск, 2009. 222 с.
14. Мальгин М.А., Пузанов А.В., Ельчинова О.А., Горюнова Т.А. Тяжелые металлы и мышьяк в дикорастущих лекарственных растениях Алтая // Сибирский экологический журнал. 1995. №6. С. 510–514.
15. Ельчинова О.А., Мешкина С.С., Шаховцова Е.В. Микроэлементы в растениях Северного Алтая // Ползуновский вестник. 2006. №2-1. С. 291–295.
16. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск, 2001. 229 с.
17. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск, 2007. 277 с.
18. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М., 1989. 439 с.
19. СанПиН 2.3.2.1078-01 2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М., 2001. 273 с. (<http://base.garant.ru/4178234/>)
20. Ловкова М.Я., Соколова С.М., Бузук Г.Н., Быховский В.Я., Пономарева С.М. Особенности элементного состава лекарственных растений, синтезирующих фенольные соединения // Прикладная биохимия и микробиология. 1999. Т. 35, №5. С. 578–589.
21. Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение. Новосибирск, 2012. 220 с.
22. Сиромля Т.И. Влияние автотранспортного загрязнения на экологическое состояние подорожника большого (*Plantago major* L.) // Сибирский экологический журнал. 2011. №5. С. 677–688.
23. Зубарева К.Э., Качкин К.В., Сиромля Т.И. Влияние выбросов автомобильного транспорта на элементный состав листьев подорожника большого // Химия растительного сырья. 2011. №2. С. 159–164.
24. Deutsche Arzneimittel Codex 1986: Johanniskraut – *Hyperici herba*. (DAC). D1C 3. 1991. S. 1–5.
25. Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Дымина Е.В., Вронская О.О., Казанцева Л.М. Морфология и продуктивность *Hypericum perforatum* при выращивании в различных регионах Западной Сибири // Современная фитоморфология: материалы 1-й международной конференции по морфологии растений. Львов, 2012. Т. 2. С. 237–241.
26. Загурская Ю.В., Баяндина И.И., Дымина Е.В., Вронская О.О., Казанцева Л.М. Морфология и продуктивность *Leonurus quinquelobatus* при выращивании в различных регионах Западной Сибири // Современная фитоморфология: материалы 1-й международной конференции по морфологии растений. Львов, 2012. Т. 2. С. 233–236.
27. Рубин Б.А., Арциховская Е.Б., Аксенова В.А. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., 1968. 414 с.

Поступило в редакцию 21 октября 2012 г.

После переработки 25 октября 2013 г.



Zagurskaya Yu.V.<sup>1\*</sup>, Bayandina I.I.<sup>2</sup>, Siromlya T.I.<sup>3</sup>, Syso A.I.<sup>3</sup>, Dymina E.V.<sup>2</sup>, Vronskaya O.O.<sup>1</sup>, Kazantseva L.M.<sup>4</sup>  
 QUALITY OF RAW MEDICINAL PLANTS (HYPERICUM PERFORATUM L. AND LEONURUS QUINQUELOBATUS GILIB.) CULTIVATED IN THE ANTHROPOGENIC DISTURBED AREAS OF THE SIBERIAN CITIES

<sup>1</sup>Institute of Human Ecology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Leningradskii av., 10, Kemerovo, 650065 (Russia), e-mail: syjil@ngs.ru

<sup>2</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Dobroliubova st., 160, Novosibirsk, 630039 (Russia)

<sup>3</sup>Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Sovetskaya st., 18, Novosibirsk, 630099 (Russia)

<sup>4</sup>Altai branch of the Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, «Gorno-Altai Botanical Garden», Urochishche Chisty Lug, Kamlak, Shebalinsky Region, Altai Republic, 649218 (Russia)

The content phenolic compounds in the raw materials of plant *L. quinquelobatus* and *H. perforatum*, cultivated in three regions of Western Siberia (Altai Republic, Kemerovo and Novosibirsk regions) was examined. The quality of medicinal plant raw materials was complied with the requirements of the Russian Pharmacopoeia. The maximum content of phenolic compounds of different classes were found in *L. quinquelobatus*, grown in the Altai, Novosibirsk plant had the greatest resource productivity. Kemerovo plant had averages of phenolic substances and resource productivity. The content the classes of phenolic compounds and raw materials productivity *H. perforatum* from Novosibirsk much higher than plants from other regions.

**Keywords:** *Hypericum perforatum* L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., phenolic compounds, flavonoids, resource productivity.

### References

1. Minaeva V.G. *Uskorenie introduksii rastenii Sibiri: Zadachi i metody: Sb. nauch. tr.* [Accelerating the introduction of Siberian plants: Problems and Methods: Collection of scientific papers.]. Novosibirsk, 1989, pp. 97–103. (in Russ.).
2. Shakirova F.M. *Nespetsificheskaya ustoichivost' rastenii k stressovym faktoram i ee regulatsiya*. [Nonspecific resistance of plants to stress factors and its regulation.]. Ufa, 2001, 160 p. (in Russ.).
3. *Gosudarstvennaya farmakopeia SSSR: Vyp. 2. Obshchie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e. 11-e izd.* [State Pharmacopoeia of the USSR, Vol. 2. Common methods of analysis. Herbal drugs. 11th ed.]. Moscow, 1990, 400 p. (in Russ.).
4. Shmygleva A.V. *EKO-biulleten' InEka*, 2002, no. 7, pp. 78–81. <http://ineca.ru>. (in Russ.).
5. Pikulenko O.V. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya*, 2009, vol. 22, no. 61(2), pp. 97–104. (in Russ.).
6. Iunusova F.M., Ramazanov A.Sh., Iunusov K.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ia*, 2009, no. 1, pp. 109–111. (in Russ.).
7. Bel'skaya T.N. *Metodika izucheniya vozrastnykh izmenenii u rastenii po morfologicheskim priznakam*. [Method for studying age-related changes in plants morphologically.]. Moscow, 1949, 117 p. (in Russ.).
8. Usmanov I.Iu., Rakhmankulova Z.F., Kulagin A.Iu. *Ekologicheskaya fiziologiya rastenii*. [Environmental Plant Physiology.]. Moscow, 2001, 224 p. (in Russ.).
9. Belikov V.V., Tochkova T.V., Shatunova L.V., Kolesnik N.T., Baiandina I.I. *Rastitel'nye resursy*, 1990, vol. 26, no. 4, pp. 541–578. (in Russ.).
10. Ziep T.T. Ngo, Zhokhova E.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ia*, 2007, no. 4, pp. 73–77. (in Russ.).
11. *Metody biokhimitskogo issledovaniya rastenii*. Ed. A.I. Ermakov. [Methods for biochemical study of plants. Ed. A.I. Ermakov.]. Leningrad, 1987, pp. 348–349. (in Russ.).
12. Mazets Zh.E., Shastitko L.V., Buzuk G.N., Spiridovich E.V. *Vesci BDPU. Seriya 3. Fizika. Matematika. Infarmatika. Vijalologiya. Geografija*, 2010, no. 3, pp. 3–7. (in Russ.).
13. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere. 2-e izd.* [Applied statistics on the computer. 2nd ed.]. Krasnoobsk, 2009, 222 p. (in Russ.).
14. Mal'gin M.A., Puzanov A.V., El'chininova O.A., Goriunova T.A. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*, 1995, no. 6, pp. 510–514. (in Russ.).
15. El'chininova O.A., Meshkinova S.S., Shakhlytsova E.V. *Polzunovskii vestnik*, 2006, no. 2-1, pp. 291–295. (in Russ.).
16. Il'in V.B., Syso A.I. *Mikroelementy i tiazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh Novosibirskoi oblasti*. [Trace elements and heavy metals in soils and plants of the Novosibirsk region.]. Novosibirsk, 2001, 229 p. (in Russ.).
17. Syso A.I. *Zakonomernosti raspredeleniya khimicheskikh elementov v pochvoobrazuyushchikh porodakh i pochvakh Zapadnoi Sibiri*. [Patterns of distribution of chemical elements in the soil-forming rocks and soils of Western Siberia.]. Novosibirsk, 2007, 277 p. (in Russ.).
18. Kabata-Pendias A., Pendias Kh. *Mikroelementy v pochvakh i rasteniyakh*. [Trace elements in soils and plants.]. Moscow, 1989, 439 p. (in Russ.).
19. *SanPiN 2.3.2.1078-01 2.3.2. Prodovol'stvennoe syr'e i pishchevye produkty Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoi tsennosti pishchevykh produktov*. [SanPiN 2.3.2.1078-01 2.3.2. Food raw materials and food hygiene requirements of safety and nutritional value of foods.]. Moscow, 2001, 273 p. (<http://base.garant.ru/4178234/>). (in Russ.).
20. Lovkova M.Ia., Sokolova S.M., Buzuk G.N., Bykhovskii V.Ia., Ponomareva S.M. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 1999, vol. 35, no. 5, pp. 578–589. (in Russ.).

\* Corresponding author.

21. П'ин В.В. *Tiaghelye metally i nemetally v sisteme pochva-rastenie*. [Heavy metals and non-metals in the soil-plant system]. Novosibirsk, 2012, 220 p. (in Russ.).
22. Siromlia T.I. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*, 2011, no. 5, pp. 677–688. (in Russ.).
23. Zubareva K.E., Kachkin K.V., Siromlia T.I. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2011, no. 2, pp. 159–164. (in Russ.).
24. Deutsche Arzneimittel Codex 1986: Johanniskraut – Hypeici herba. (DAC). DIC 3. 1991. S. 1–5. (in German).
25. Baiandina I.I., Zagurskaia Iu.V., Dymina E.V., Vronskaia O.O., Kazantseva L.M. *Sovremennaia fitomorfologiya: materialy 1-i mezhdunarodnoi konferentsii po morfologii rastenii*. [Modern fitomorfologiya: Materials of the 1st International Conference on plant morphology]. Lviv, 2012, vol. 2, pp. 237–241. (in Russ.).
26. Zagurskaia Iu.V., Baiandina I.I., Dymina E.V., Vronskaia O.O., Kazantseva L.M. *Sovremennaia fitomorfologiya: materialy 1-i mezhdunarodnoi konferentsii po morfologii rastenii*. [Modern fitomorfologiya: Materials of the 1st International Conference on plant morphology]. Lviv, 2012, vol. 2, pp. 233–236. (in Russ.).
27. Rubin B.A., Artsikhovskaia E.B., Aksenova V.A. *Biokhimiia i fiziologiya immuniteta rastenii*. [Biochemistry and physiology of plant immunity]. Moscow, 1968, 414 p. (in Russ.).

Received October 21, 2012

Revised October 25, 2013