

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Исследование растительных богатств Сибири с целью их более рационального использования и охраны представляет большую и важную задачу. Чтобы решить эту задачу, необходимо изучение эколого-фитоценологических особенностей ценных видов растений и их ресурсов. Это тем более интересно для территорий, входящих в природоохранную зону бассейна оз. Байкал.

К числу таких видов относится красоднев малый - *Немерокаллис* *minor* Miller, который широко известен в традиционной медицине народов Сибири и Дальнего Востока. Растение применяют в лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, мочеполовой системы. Лечебное действие *Немерокаллис minor* обусловлено содержанием алкалоидов, флавоноидов, дубильных веществ, эфирного масла, витамина С (Резанова и др., 1975; Резанова, Бубеева, 1979; Убашеев, Назаров-Рыгдылон, 1979; Анцупова, 1982; 1983; Маркова и др., 1985). Однако, количественное содержание флавоноидов определено только в цветках растения (Резанова и др., 1975), а видовая специфичность по элементному составу *Немерокаллис minor* не изучена. В настоящее время вид относится к охраняемым растениям (Каталог..., 1988), поэтому для рационального использования ресурсов вида необходимо выяснение закономерностей накопления биологически активных веществ в зависимости от эколого-фитоценологической приуроченности.

Цель и задачи исследования. Цель работы - выявление зависимости накопления флавоноидов и микроэлементов *Немерокаллис minor* от эколого-фитоценологической приуроченности вида. Для выполнения указанной цели необходимо решение следующих задач:

1. Изучение эколого-фитоценологической приуроченности *Немерокаллис minor* в Забайкалье и определение влияния условий произрастания на морфометрические параметры вида.
2. Определение количественного содержания флавоноидов в зависимости от сроков и места сбора растения.
3. Изучение микроэлементного состава *Немерокаллис minor* и почв из корнеобитаемого слоя.
4. Выявление взаимосвязи эколого-фитоценологических факторов и динамики накопления флавоноидов и микроэлементов *Немерокаллис minor*.
5. Определение возможности прогнозирования накопления флавоноидов в зависимости от условий произрастания.

Научная новизна. Впервые на территории Забайкалья проведено исследование эколого-фитоценологической приуроченности *Немерокаллис minor* и показана изменчивость морфометрических параметров в зависимости от условий произрастания. Определены агрохимические показатели и микроэлементный состав почв из корнеобитаемого слоя растения. Впервые изучен элементный состав красоднева малого и показана динамика накопления микроэлементов в надземных органах. Определено количест-

венное содержание суммы флавоноидов и установлена их зависимость от эколого-фитоценотической приуроченности. Показана возможность применения метода множественной регрессии для прогнозирования содержания флавоноидов в растениях из различных мест произрастания.

Практическая и теоретическая значимость. Полученные данные о флавоноидах и микроэлементах *Нemerocallis minor* расширяют и дополняют сведения о динамике накопления биологически активных веществ в лекарственных растениях и подтверждают зависимость их содержания от условий произрастания и сроков сбора растения. Результаты определения содержания флавоноидов и микроэлементов в красодневе малом и зависимости их накопления от условий произрастания необходимы для установления оптимальных сроков и мест сбора растения. Данные агрохимического и микроэлементного анализа почв могут быть использованы при моделировании условий выращивания *Нemerocallis minor* в культуре как лекарственного растения с наибольшим выходом биологически активных веществ. Материалы диссертации могут быть рекомендованы для использования при проведении спецкурсов по изучению полезных и охраняемых растений в высших и средних учебных заведениях.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. *Нemerocallis minor* на территории Забайкалья произрастает в разнообразных экологических условиях. Наибольшие морфометрические параметры имеют растения в гигрофильных сообществах; в ксерофильных - наблюдаются признаки угнетения. Последние четко проявляются в ритмике фенологического развития и заключаются в отсутствии стадии цветения.

2. Накопление и распределение в органах растения флавоноидов и микроэлементов зависит от фазы развития. Наибольшее содержание флавоноидов отмечено при интенсивном росте вегетативных органов, а в период формирования цветка количество их уменьшается.

3. С помощью метода множественной регрессии возможно прогнозирование накопления флавоноидов и микроэлементов *Нemerocallis minor* в зависимости от почвенно-климатических факторов среды, в том числе, микроэлементного состава почв. При этом одним из основных факторов, влияющих на накопление флавоноидов, является влажность почвы.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы были представлены на международной конференции «Научное обеспечение устойчивого развития АПК Восточного Забайкалья» (Чита, 2002), Всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии» (Улан-Удэ, 2004), IV Всероссийской научной конференции «Химия и технология растительных веществ» (Сыктывкар, 2006), V Всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии» (Улан-Удэ, 2006), Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. Л.Н.Березнеговской (Томск, 2006), научной

конференции сотрудников и аспирантов Восточно-Сибирского государственного технологического университета (Улан-Удэ, 2006), научно-практической конференции, посвященной 70-летию Бурятской государственной сельскохозяйственной академии (Улан-Удэ, 2001).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, библиографического списка, включающего 189 наименований. Работа изложена на 124 страницах печатного текста, включает 52 таблицы и 28 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Литературный обзор

В главе приводится характеристика природно-климатических условий района исследования: рельефа, климата, почвы и растительности. Описывается роль флавоноидов и микроэлементов в растительном организме и влияние среды на их накопление. Показано применение данных биологически активных веществ в медицине.

Глава 2. Объект и методы исследования

Объект исследования - *Neмерocallis minor* Miller, произрастающий в Восточном и Западном Забайкалье.

Методы исследования. Исследования проводили с 2000 по 2004 гг. Глазомерная оценка обилия вида выполнена по методике Мальцева (1990). Для выяснения строения фитоценозов с участием *Neмерocallis minor* определяли количественное соотношение отдельных видов на основе их участия (в процентах) в проективном покрытии (Василевич, 1969; Работнов, 1969; Нешатаев, 1971; Комарова, 1978; Блюменталь, 1990). Морфологическое описание ярусности и изучение ценопопуляций красоднева малого проводили по общепринятым методикам (Куминова, 1938; Решиков, 1961; Пешкова, 1963; Ценопопуляция..., 1976; Ценопопуляция..., 1977).

Для определения влияния условий произрастания на рост и развитие исследуемого вида выполнен морфометрический анализ, в качестве биометрической характеристики использовали следующие параметры: число листьев (*n*) на одной особи, длина (*l*) и ширина (*c*) листовых пластинок, количество цветков (*b*), высота стебля (*h*) (Уранов, 1975; Вяткин, 2001).

Наличие флавоноидов определяли по общепринятым методикам (Киселева и др., 1991; Хайитбаев и др., 1993; Химический..., 1983; Методы..., 1987; Государственная, 1990; Определение..., 2002). Количественное содержание флавоноидов (в пересчете на кверцетин) определяли спектрофотометрическим методом, измерения проводили на спектрофотометре СФ-26. Содержание суммы флавоноидов рассчитывали в % к массе абсолютно сухого сырья.

В изученных растительных сообществах были взяты образцы почв из корнеобитаемого слоя красоднева малого для определения их агрохимических показателей (Дудина и др., 1991; Ващенко и др., 1991).

Элементный состав растения и почв из корнеобитаемого слоя кракоднева малого определяли рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре S4 Pioneer фирмы Bruker (Германия). Получены по два результата для излучателя из навески 1 г тонко измельченных образцов растительного сырья и почвы, спрессованных в таблетку (Чупарина, Гуничева, 2003).

Математическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерных методов обработки данных: пакет программ Microsoft Excel и метода множественной регрессии.

Глава 3. Фитоценотическая приуроченность *Nemerocallis minor*

Для рационального использования *Nemerocallis minor* необходимо изучение эколого-фитоценотической приуроченности вида. Поэтому нами была проведена глазомерная оценка категории обилия *Nemerocallis minor*, на основе которой было выбрано несколько фитоценозов для дальнейшего исследования.

Четыре сообщества расположены в Могойтуйском районе Агинского Бурятского автономного округа в юго-восточной части Забайкалья. Пятилистникововолодушковая степь формируется в межгорной долине Зун-Аса, высота над уровнем моря 780 м, проективное покрытие 50-60 %. Доминирует кустарник *Pentaphylloides parvifolia*, который составляет 20% проективного покрытия, отмечено обилие *Vupleurum scorzonrifolium*, *Aster alpinus*, *Stipa capillata*. Первый ярус образован растениями высотой от 40 до 50 см, которые составляют 6% проективного покрытия. Второй ярус - растения от 20 до 40 см (32%), третий ярус - растения до 20см - 12% проективного покрытия. В сообществе преобладают ксерофитные степные кустарники и полукустарнички – *Pentaphylloides parvifolia*, *Caragana microphylla*, которые занимают 25% проективного покрытия. Среди травянистых растений отмечено обилие рыхлокустовых дерновинных – *Poa pratensis*, *Setaria viridis* (8%) и короткокорневищные многолетники – *Papaver rubro-auranticum*, *Vupleurum scorzonrifolium* (7%). *Nemerocallis minor* является растением 1 яруса, составляет 4 % проективного покрытия при категории обилия вида 6 баллов.

На склоне северной экспозиции (высота над уровнем моря 820 м) формируется нителлистниковокобрезиевая степь, проективное покрытие которой составляет 55-60%. Доминирует *Kobresia filifolia*. В сообществе отмечено значительное участие *Carex lanceolata*, *C. pediformis*, *Pentaphylloides parvifolia*, *Vupleurum scorzonrifolium*, *Artemisia commutate* Bess, *A. tanacetifolia* L. Большую часть проективного покрытия составляют плотнокустовые травянистые поликарпики (14%) и кустарники (7%). Растения 1 яруса высотой от 40 до 80 см, составляют 4% проективного покрытия; 2 яруса - от 20 до 40 см (32 %); 3 яруса – растения ниже 20 см (17%). *Nemerocallis minor* – растение второго яруса, составляет 3% проективного покрытия при категории обилия вида 3 балла.

Петрофитно-хамеродосовая степь расположена на склоне южной экспозиции (высота над уровнем моря 840 м.), проективное покрытие 40-50%. Растительность представлена подушковидными и стелющимися формами полукустарничков и травянистых растений - *Chamaerhodos trifida*, *Eremogona capillaries*, *Thymus dahuricus*, *Artemisia frigida*, *Arctogeron graminew.* Доминируют ксерофитные полукустарнички (23%) и кустарники (8%). Среди травянистых растений - плотнокустовые дерновинные и короткостержневые многолетние поликарпики. Первый ярус - растения высотой от 20 до 40 см, составляют 8% проективного покрытия; 2- растения от 10 до 20 см (24%); 3- растения ниже 10 см - 23% проективного покрытия. *Neмерокаллис minor* – растение первого яруса, составляет 3% проективного покрытия при категории обилия вида 3 балла.

Степь разнотравно – луговая расположена на поверхности склона западной экспозиции (высота над уровнем моря 810 м.) Проективное покрытие составляет 70-80 %, особенностью является широко представленное разнотравье (*Немерокаллис minor*, *Tanacetum sibiricum*, *Veratrum nigrum*, *Polygonatum sibiricum*) и обилие злаковых. Доминируют длинностержневые травянистые поликарпики и кистекорневые травянистые многолетники, которые составляют 28% проективного покрытия. Значительную часть растительного сообщества составляют рыхлокустовые дерновинные (10%) и короткостержневые многолетние травянистые растения. Распределение надземной части растений: 1 ярус - растения высотой от 40 до 70 см, составляют 24% проективного покрытия; 2 - растения высотой от 20-40 см (31%); 3 - растения до 20 см (8%). *Немерокаллис minor* составляет 7% проективного покрытия при категории обилия вида 8 баллов и является растением 1 яруса.

Разнотравно-вейниковоосоковый луг расположен в Карымском районе Читинской области пойме реки Жимбира (Восточное Забайкалье). Высота над уровнем моря 655 м. Проективное покрытие составляет 79-85 %, доминируют *Carex canescens* L., *Galamagrostis langsdorfii* (Link) Trin, *Sanguisorba officinalis* L. Широко распространены *Artemisia mongolica* (Bess.) Fisch. Ex Nakai, *Poa palustris* L. Распределение надземной части растений: 1 ярус – растения высотой 60-80см занимают около 17% проективного покрытия; 2 ярус- 40-60 см (13%); 3 ярус – от 20 до 40 см (18%); 4- растения ниже 20см составляют 2% проективного покрытия. *Немерокаллис minor* занимает 4% проективного покрытия при категории обилия 8 баллов и является растением 2 яруса.

Осоково-вейниковый луг формируется в пойме реки Сухотхе Курумканского района Бурятии (север Западного Забайкалья). Высота над уровнем моря 552 м. Проективное покрытие 40-50%. В сообществе преобладают *Carex dioica* L. и *Galamagrostis langsdorfii* (Link) Trin. В фитоценозе выделено 3 яруса: 1- растения от 80 до 120 см составляют 13% проективного покрытия; 2- растения высотой от 40 до 80 см (2%); 3 – растения до 40 см (23%). Большую часть проективного покрытия составляют рыхлокустовые дерновинные травянистые растения. *Немерокаллис minor* со-

ставляет 7% проективного покрытия при категории обилия вида 8 баллов и является растением 2 яруса.

Из корнеобитаемого слоя красоднева малого в каждом сообществе были отобраны образцы почв для определения агрохимических показателей и гранулометрического анализа (табл.1). Из табл.1 видно, что почвы обладают рядом схожих признаков. Кислотность их слабокислая, близка к нейтральной. Почвы с участков 3,5 отличаются низким содержанием гумуса, с участков 1,2,4,6- средним. Низкое содержание азота отмечено в почвах с участков 3,4,5; среднее - 2 и 6; повышенное – с участка 1. Показатели фосфора в почвах с участков 1 и 6 средние, на остальных участках - низкое; калия – повышенное на всех участках, высокое содержание кальция и магния отмечено в почвах с участка 1. Механический состав почв (по шкале Н.А. Качинского) всех участков, кроме 1, - супесчаный, на участке 1 – связанный песок. На формирование почвенного покрова в местах сбора растительного сырья заметное влияние оказывает рельеф местности.

Таблица 1 - Агрохимические показатели почвенных образцов

Фито- ценозы	pH	Гумус, %	N общий	P ₂ O ₅ мг/100г	K ₂ O мг/100 г	Ca мг/экв на 100 г	Mg г/экв на 100 г
1	6,2	6,02	0,36	9,50	35,00	46,00	21,2
2	5,4	5,38	0,24	2,75	15,00	22,52	4,50
3	5,7	3,77	0,19	4,00	21,25	25,00	5,00
4	5,8	4,40	0,18	1,50	17,50	18,07	6,02
5	6,5	3,06	0,11	2,25	15,00	16,95	4,24
6	6,1	5,32	0,28	8,50	31,25	22,22	5,55

1 - пятилистникововолодушковая степь; 2 - нителистниковокобрезиевая степь; 3 - петрофитно-хамеродосовая степь; 4 - степь разнотравно-луговая; 5 - осокововейниковый луг; 6- разнотравно-вейниковосооковый луг

Описание климатических условий юго-восточных районов Восточного Забайкалья сделано по данным гидрометеорологической станции Агинская, севера Западного Забайкалья - по литературным источникам (Цыбжитов, 1993; Цыбжитов и др., 1999). Особое внимание уделяли количеству осадков, влияющих на содержание влаги в почве. Наиболее благоприятные условия для роста и развития *Neimerocallis minor* на юго-востоке складывались в 2002 году, когда за период март-май выпало 126 мм осадков, что составило 32 % годовой нормы и обеспечило достаточный запас влаги в первые периоды вегетации красоднева.

Таким образом, видовой состав фитоценозов определяется агрохимическими показателями почв, рельефом местности, климатическими условиями. Наибольшая категория обилия *Neimerocallis minor* отмечена в гигрофильных и мезофильных сообществах - осокововейниковый луг, разнотравно-вейниковосооковый луг и степь разнотравно-луговая. Низкая категория обилия – в петрофитно-хамеродосовой и нителистниковокобрезиевой степи.

Для определения морфометрических параметров *Nemeroscallis minor* было проанализировано 1200 экземпляров. Определена зависимость биометрических характеристик вида от условий произрастания и сроков сбора растения.

Сравнение морфометрических параметров красоднева из сообществ Забайкалья показало, что их распределение по степени убывания происходит следующим образом: осоково-вейниковый луг > разнотравно-вейниковоосоковый луг > степь разнотравно-луговая > пятилистниково-володушковая степь > нителлистниковокобрезиевая степь > петрофитно-хамеродосовая степь. Установлено, что наибольших величин в сообществах юго-восточных районов Забайкалья достигают растения, собранные в фазу цветения и вегетации. Притом у красоднева, собранного в разные периоды вегетации в 2002 г., длина листовых пластинок более чем в 1,5 раза превышает длину листовых пластинок растений, собранных в 2003 г.

Для определения скорости роста вегетативных органов красоднева в зависимости от суммы осадков за март-май, мы провели сравнение морфометрических параметров растений, собранных 2 и 12 июня 2002 и 2003 гг. в сообществах юго-востока Забайкалья, что показано на примере растений из петрофитно-хамеродосовой степи и степи разнотравно-луговой (табл.2).

Таблица 2 - Морфометрические параметры *Nemeroscallis minor* Miller из юго-восточного Забайкалья

Фито-ценозы	Время сбора	Стадия развития	Средние данные морфометрических показателей				
			n	l	c	h	b
1	2 VI 2002	V	4,4+0,8	8,5+2,0	0,6+0,1		
	12VI2002	V	5,4+0,7	24,4+3,6	0,6+0,2		
	2 VI 2003	V	3,7+0,6	8,2+1,6	0,5+0,1		
	12VI2003	V	4,5+0,7	12,8+1,9	0,6+0,1		
2	2 VI 2002	V	5,0+0,9	13,5+2,3	0,9+0,2		
	14VI2002	V	6,4+1,0	29,5+4,0	0,9+0,2		
	14VI2002	G	6,9+0,9	31,9+5,6	1,1+0,2	47,4+5,6	2,9+0,7
	2 VI 2003	V	5,8+0,7	13,9+2,2	0,7+0,2		
	12VI2003	V	5,8+1,1	17,7+2,6	0,7+0,3		

1 - петрофитно-хамеродосовая степь; 2 - степь разнотравно-луговая

V - Виргинильные особи, G - генеративные особи

Как видно из табл. 2, в 2002 г. длина листовых пластинок за 10 дней увеличивалась в три раза, а в 2003 г. - не более чем в 1,5 раза. Такая закономерность роста красоднева малого наблюдается во всех сообществах юго-восточных районов. Как уже было сказано, наиболее вероятным фактором, влияющим на рост и развитие красоднева, является запас влаги в почве к началу вегетации вида, который в свою очередь часто определяет суммой осадков в весенний период.

Формирование генеративных органов у красоднева малого тесно связано с развитием вегетативных органов (табл.3).

Таблица 3 - Морфометрические параметры *Немерокалис minor*, собранного в фазе цветения

Время сбора	Фитоценозы	Средние данные морфометрических показателей				
		n	l	c	h	b
24VI2002	1	6,9+1,1	34,2+4,2	0,9+0,2	45,1+6,4	2,3+0,6
24VI2002	2	6,5+1,2	32,0+5,2	1,0+0,2	45,8+6,6	2,8+ 1,0
14VI2002	3	7,7+0,8	30,2+4,3	1,1+0,3	37,3+5,6	3,6+1,1
14VI2002	3	6,9+0,9	31,9+5,6	1,1+0,2	47,4+5,6	2,9+0,7
28VI2001	4	8,3+1,7	41,2+8,9	1,2+0,3	51,1+11,3	5,1+1,9
6VII2004	4	8,2+2,1	39,7+10,8	1,1+0,4	49,3+13,6	4,9+2,0
20VI2004	5	7,7+2,3	38,6+12,1	1,1+0,3	48,2+15,2	4,7+1,9

1 - пятилистникововолодушковая степь; 2 - нителистниковокобрезиевая степь; 3 - степь разнотравно-луговая; 4 - осоковойниконовый луг; 5 -разнотравно-вейниковоосоковый луг

Как видно из данных табл. 3, формирование цветоносного стебля и цветка *Немерокалис minor* наблюдается лишь в том случае, если длина листовых пластинок превышает 30 см, ширина - 0,9 см, количество листьев - 6.

В индивидуальном развитии *Немерокалис minor* при выращивании в культуре А.И. Вяткин (2001) выделяет четыре основных периода: латентный, прегенеративный, генеративный и сенильный. Проведенный нами анализ возрастной структуры *Немерокалис minor* свидетельствует, что в изученных сообществах популяции состоят в основном из виргинильных и генеративных особей.

Исходя из полученных данных, можно сделать заключение, что наиболее благоприятные условия в Забайкалье для данного вида складываются в сообществах мезофитных, мезогигрофитных и гигрофитных растений, где *Немерокалис minor* достигает наибольших морфометрических параметров. При недостатке влаги в почве у красоднева малого проявляются признаки угнетения, которые заключаются в отсутствии фазы цветения.

Глава 4. Флавоноидный и микроэлементный состав *Немерокалис minor*

Из числа биологически активных веществ красоднева малого нами определялось содержание флавоноидов как основных действующих веществ данного вида. С помощью хроматографического метода было подтверждено наличие кверцетина и рутина в надземных органах *Немерокалис minor*. При этом кверцетин превалирует над рутинном. Количественный анализ показал неравномерность распределения суммы флавоноидов по органам красоднева и зависимость их содержания от сроков и места сбора растения. При этом в корневищах красоднева обнаружены только следы флавоноидов, а наибольшая вариабельность количества флавоноидов определена в листьях (табл.4).

Таблица 4 - Содержание флавоноидов в листьях *Нemerocallis minor*, %

Фитоценозы	Время сбора	Хср. \pm Δ X	Фитоценозы	Время сбора	Хср. \pm Δ X
Пятилистникововолодушковая степь	2VI 2002	5,77 \pm 0,33	Степь разнотравно-луговая	12VI 2002	6,09 \pm 1,72
	12VI 2002	4,22 \pm 0,08		2VII 2002	2,30 \pm 0,09
	24VI 2002	1,21 \pm 0,03		2VI 2003	0,90 \pm 0,00
	2VI 2003	1,75 \pm 0,09		12VI 2003	1,81 \pm 0,00
	12VI 2003	1,81 \pm 0,00		23 VII 2003	2,30 \pm 1,37
	18VIII 2003	5,46 \pm 0,00		12VI 2002	2,76 \pm 0,09
Нителистниковокобрезиевая степь	12VI 2002	4,31 \pm 0,09	Петрофитно-хамеродосовая степь	24VI 2002	6,38 \pm 0,09
	18VIII 2002	1,81 \pm 0,00		18VIII 2002	1,95 \pm 0,34
	2VI 2003	1,81 \pm 0,00		2VI 2003	1,86 \pm 0,24
	12VI 2003	2,78 \pm 0,09		12VI 2003	2,04 \pm 1,17
	3VII 2003	3,17 \pm 0,34		23 VII 2003	0,55 \pm 0,00
	28VI 2001	3,42 \pm 0,15		20VI 2004	3,58 \pm 0,09
Осоковойейниковый луг	6VII 2004	4,53 \pm 0,00	Разнотравно-вейниковоосоковый луг		

Как показано в табл. 4, в листьях образцов сбора 2 и 12 июня 2002 г. из пятилистникововолодушковой степи количество флавоноидов составило 5,77 и 4, 22%, из нителистниковокобрезиевой степи (12 июня 2002 г.) – 4,31%, из степи разнотравно-луговой (12 июня 2002 г.) – 6,09%. В листьях красоднева из петрофитно-хамеродосовой степи наиболее содержание флавоноидов отмечено в образцах сбора 24 июня 2002 г.. Как показали результаты морфометрического анализа, в эти сроки наблюдается интенсивный рост вегетативных органов. В период формирования генеративных органов количество флавоноидов снижается.

Влияние количества осадков на содержание флавоноидов в листьях растений, отобранных в одну и ту же дату в 2000, 2001, 2002, 2003 гг. показано на рис.1-3.

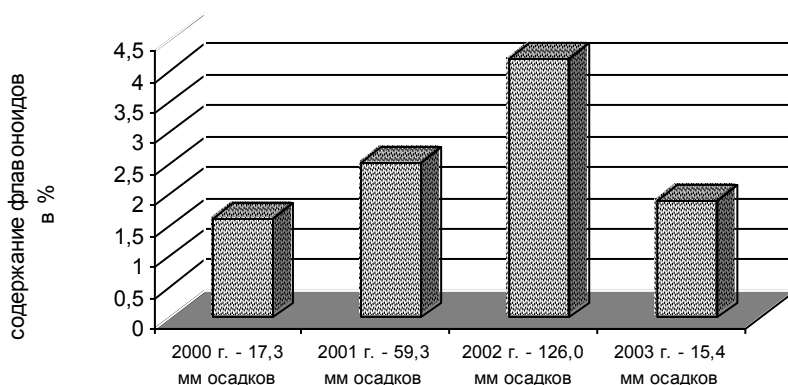


Рис. 1. Содержание флавоноидов в листьях *Нemerocallis minor* из пятилистникововолодушковой степи (сумма осадков за март-май в годы исследования)

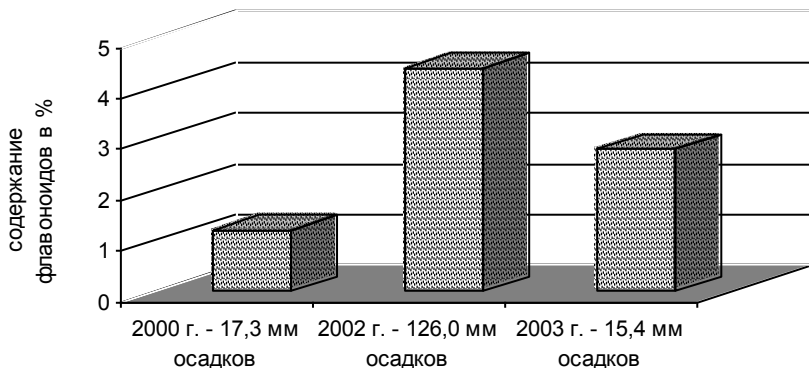


Рис. 2. Содержание флавоноидов в листьях *Nemeroscallis minor*, собранного 12 июня в нителистниковокобрезиевой степи

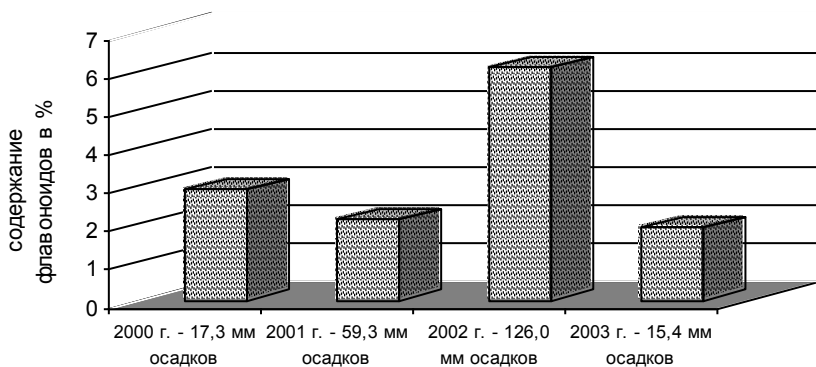


Рис. 3. Содержание флавоноидов в листьях *Nemeroscallis minor* в разнотравно-луговой степи

Как видно из рис. 1-3, содержание флавоноидов в листьях красоднева малого, собранного 12 июня, зависит от суммы осадков, выпавших за весенний период. Наблюдается следующая закономерность: чем больше сумма осадков, тем выше содержание флавоноидов.

Влияние влажности почвы на содержание флавоноидов было подтверждено результатами их количественного определения в растениях из осокововейникового и разнотравно-вейниковоосокового луга. В красодневе малом, собранном в осокововейниковом лугу, высокое содержание флавоноидов отмечено во всех органах растения: в листьях - 3,42 и 4,53%, в стеблях - 4,47 и 3,62%, в цветках - 1,81 и 1,75%. При этом, содержание флавоноидов в цветках красоднева постоянно и не зависит от места сбора растения. В стеблях содержание флавоноидов колеблется от 0,18% (юго-восток Забайкалья) до 4,53% (север Забайкалья), притом наибольшее со-

держание флавоноидов отмечено в стеблях растений из гигрофильных сообществ.

Распределение флавоноидов по органам растения из осоковоейникового луга и разнотравно-вейниковоосокового луга показало, что наибольшее количество флавоноидов содержится в стеблях растений, наименьшее в цветках. Результаты определения содержания флавоноидов в юго-восточных районах Забайкалья свидетельствуют, что листья растений более богаты указанными веществами, чем стебли.

Исходя из полученных данных, можно сделать заключение, что накопление и распределение флавоноидов по органам красоднева малого зависит от условий произрастания вида и сроков сбора растения. При этом, у красоднева малого, собранного в гигрофильных и мезофильных сообществах, высокое содержание флавоноидов наблюдается во всех органах растения. Наибольшее содержание флавоноидов отмечено во время интенсивного роста вегетативных органов; а в период формирования цветоносного стебля и цветка содержание флавоноидов уменьшается. Таким образом, сбор красоднева малого для использования местным населением в качестве лекарственного растения в условиях Забайкалья следует проводить в фазу вегетации в период интенсивного роста вегетативных органов в гигрофильных и мезофильных сообществах.

Основным источником микроэлементов для растений является почва. Поэтому из корнеобитаемого слоя красоднева малого были отобраны почвенные образцы для качественного и количественного анализа микроэлементов. Всего было определено 7 микроэлементов. Результаты анализа показаны в табл. 5.

Таблица 5 - Содержание микроэлементов в почвенных образцах, %

Фитоценоз	Cr	Ni	Co	Cu	Zn	V	Pb
1	0,0057	0,0031	0,0009	0,0019	0,0064	0,0069	0,0023
2	0,0052	0,0029	0,0009	0,0016	0,0053	0,0067	0,0023
3	0,0045	0,0026	0,0009	0,0018	0,0054	0,0058	0,0021
4	0,0077	0,0036	0,0013	0,0020	0,0059	0,0069	0,0034
5	0,0046	0,0023	0,0008	0,0019	0,0074	0,0092	0,0027
6	0,0043	0,0018	0,0005	0,0018	0,0062	0,0045	0,0022

1 - пятилистниковоолодушковая степь; 2 - нителистниковокобрезевая степь; 3 - петрофитно-хамеродосовая степь; 4 - степь разнотравно-луговая; 5 - осоковоейниковый луг; 6 - разнотравно-вейниковоосоковый луг

Как видно из табл.5, наибольшее количество Cr,Ni,Co, Pb содержится в почвах, отобранных в степи разнотравно-луговой, Zn и V - в почвах из осоковоейникового луга. Распределение микроэлементов в почвенных образцах характеризуется относительно высоким содержанием V, Zn и Cr и низким содержанием Co и Cu. При этом почвы, отобранные из разных растительных сообществ, имеют схожие ряды распределения микроэлементов.

Нами определено наличие 14 элементов в подземных и надземных органах красоднева малого. В результате выяснено, что количество эле-

ментов зависит от места и времени сбора растений. Все 14 элементов обнаружены в листьях красоднева, произрастающего в петрофитно-хамеродосовой степи и в стеблях растений из степи разнотравно-луговой. Распределение элементов по органам растения неравномерно (табл.6).

Как следует из табл. 6, во всех образцах обнаружены Ca, Fe, Ti, Mn, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba. Наибольшее содержание Ca, Fe, Mn, Br, Ba отмечено в листьях; Ni, As, I, Pb - в стеблях; Ti, Cr, Sr- в корневищах; Cu, Zn- в цветках.

Нами проведен сравнительный анализ элементного состава *Немерогаллис минор*, произрастающего на севере и юго-восточном Забайкалье. Сравнение показало, что распределение микроэлементов по рядам убывания в указанных районах в надземной части отличается больше, чем в подземной. Однако, по содержанию элементов можно отметить, что в надземных органах *Немерогаллис минор* с юго-востока Забайкалья накапливается больше Mn, Ni, Ba и Ti по сравнению с надземными органами растений севера Забайкалья, где отмечено в 4-6 раз большее накопление Cu, а также Ca, Zn, Sr, Cr.

Таблица 6 - Содержание микроэлементов в органах *Немерогаллис минор*

Элементы	Лист	Стебель	Корневище	Цветок
Ca %	0,99	0,33	3,61	0,469
Fe%	0,14	0,014	0,11	0,017
Ti ppm	20,46	5,90	82,40	20,90
Cr ppm	2,50	3,95	5,50	2,12
Mn ppm	73,70	27,50	48,10	43,95
Ni ppm	7,98	10,20	5,65	7,00
Cu ppm	9,05	7,450	31,60	48,40
Zn ppm	40,3	26,10	41,40	58,70
As ppm	0,53	28,40	0,30	0,25
Br ppm	21,46	20,30	6,50	1,35
Sr ppm	96,60	26,30	215,10	42,3
I ppm	0,80	30,80	1,00	0,83
Ba ppm	76,22	35,55	61,50	8,90
Pb ppm	0,81	23,00	>3,00	1,55

В корневищах растений юго-востока Забайкалья все элементы накапливаются в больших количествах, особенно это заметно для Ba, Sr, I, Ti.

Из этого следует, что микроэлементный состав красоднева малого различается по органам растений, и их набор зависит от условий произрастания данного вида. Микроэлементный состав растений не всегда определяется микроэлементным составом почв, например, наибольшее содержание Zn, Ni, Cu, Pb отмечено в почве из степи разнотравно-луговой, а наибольшее содержание указанных элементов в растительных образцах отмечено в листьях из петрофитно-хамеродосовой степи. Наибольшее содержание Ca, Fe, Mn, Br, Ba отмечено в листьях красоднева малого, Ni, As, I, Pb - в стеблях, Ti, Cr, Sr - в корневищах; Cu, Zn - в цветках.

Для рационального сбора и использования растительного сырья необходимо применение методов прогнозирования содержания флавоноидов и микроэлементов. Для этого можно применить уравнение множественной регрессии Гаусса – Жордана, которое позволяет, используя ряд известных данных, прогнозировать содержание флавоноидов и микроэлементов. Решением системы из 6 уравнений методом Гаусса-Жордана было получено уравнение зависимости количества флавоноидов в листьях, стеблях и цветках *Nemerocallis minor* от содержания микроэлементов в почве:

$$F = -1588,1714 \cdot Cr(\%) + 2331,1501 \cdot Ni(\%) - 6778,9463 \cdot Co(\%) + 2704,8469 \cdot Cu(\%) - 930,5439 \cdot Zn(\%) + 4701,4512 \cdot Pb(\%).$$

Данное уравнение показывает, что при указанном количестве микроэлементов в почве содержание флавоноидов в листьях растений, найденное экспериментально, соответствует таковому найденному решением уравнения (табл.7).

Таблица 7 - Содержание флавоноидов в листьях и микроэлементах в почве

Фито-ценозы	Cr (%)	Ni (%)	Co (%)	Cu (%)	Zn (%)	V (%)	Pb (%)	флавоноиды	
								Экс пер.	Рас-чет.
1	0,0057	0,0031	0,0009	0,0019	0,0064	0,0069	0,0023	2,07	2,07
2	0,0052	0,0029	0,0009	0,0016	0,0053	0,0067	0,0023	2,61	2,61
3	0,0045	0,0026	0,0009	0,0018	0,0054	0,0058	0,0021	2,53	2,53
4	0,0077	0,0036	0,0013	0,002	0,0059	0,0069	0,0034	3,26	3,25
5	0,0046	0,0023	0,0008	0,0019	0,0074	0,0092	0,0027	3,58	3,58
6	0,0043	0,0018	0,0005	0,0018	0,0062	0,0045	0,0022	3,42	3,42

1 - пятилистниковолодушкавая степь; 2 - нителлистниковокобрезиевая степь; 3 - петрофитно-хамеродосовая степь; 4 - степь разнотравно-луговая; 5 - осокововейниковый луг; 6 - разнотравно-вейниковоосоковый луг

Как следует из табл. 7, изменение содержания микроэлементов в почве влияет на содержание флавоноидов в листьях растений.

Используя метод множественной регрессии можно показать взаимосвязь содержания микроэлементов с флавоноидами в органах растений. Уравнение зависимости количества флавоноидов и элементов в листьях *Nemerocallis minor* следующее:

$$F = -3,6863 \cdot Ca(\%) + 13,0718 \cdot Fe(\%) + 0,026722 \cdot Mn(\text{ppm}) - 0,38865 \cdot Cu(\text{ppm}) + 0,1014 \cdot Zn(\text{ppm})$$

Данное уравнение позволяет прогнозировать изменение количества флавоноидов при изменении содержания микроэлементов в листьях растений. Например, содержание микроэлементов и флавоноидов в листьях *Nemerocallis minor* из 6 сообществ Забайкалья (табл.8).

Как видно из табл. 8, изменение содержания флавоноидов в листьях красоднева связано с изменением количества микроэлементов. Для выделения из данной совокупности отдельного фактора, определяющего содержание флавоноидов, мы использовали метод парной регрессии.

1) Ca: $F = 0,20457 + 3,22687 \text{ Ca}$ $k = -0,1985$

- 2) Ba: $F = 4,26589 - 0,00246 \text{ Ba}$ $k = -0,00245$
 3) Zn: $F = 0,89793 + 0,028252 \text{ Zn}$ $k = 0,001287$
 4) Fe: $F = 2,98468 - 2,23383 \text{ Fe}$ $k = -11057,29953$
 5) Mn: $F = 3,50434 - 0,012378 \text{ Mn}$ $k = -0,00028251$
 6) Cu: $F = 2,01141 + 0,12283 \text{ Cu}$ $k = 0,00472$

Таблица 8 - Содержание флавоноидов и микроэлементов в листьях

Фито-ценозы	Ca, (%)	Fe, (%)	Mn, (ppm)	Cu, (ppm)	Zn, (ppm)	Ba, (ppm)	Флавоноиды	
							Экс-пер.	Рас-чет.
1	0,72	0,00097	55,046	6,75	58,828	67,314	2,07	2,07
2	0,83	0,001	73,22	5,3	57	60,3	2,61	2,60
3	0,83	0,14	45,03	9,05	60,8	61,27	2,53	2,53
4	0,71	0,01	73,7	6,73	64,13	76,22	3,255	3,25
5	0,953	0,0217	11,9	8,3	96,6	52,8	3,58	3,57
6	0,989	0,0157	28,775	7,675	90,125	43,8	3,42	3,42

1 - пятилистникововолодушковая степь; 2 - нителлистниковокобрезиевая степь; 3 - петрофитно-хамеродосовая степь; 4 - степь разнотравно-луговая; 5 - осоковоейниковый луг; 6 - разнотравно-вейниковоосоковый луг

Низкие коэффициенты корреляции указывают на невозможность применения данного метода, так как прямой зависимости содержания одного отдельного микроэлемента с накоплением флавоноидов не установлено. Несомненно, на содержание флавоноидов в растении влияет совокупность микроэлементного состава.

Метод множественной регрессии позволяет прогнозировать содержание флавоноидов в органах красоднева малого в зависимости от комплекса почвенно-климатических условий. Мы использовали данный метод для диагностики содержания флавоноидов на примере образцов, собранных 24 июня 2002 г. в листьях, стеблях, цветках в зависимости от влажности почвы – X1, высоты над уровнем моря X2, pH почвенной среды - X3, содержания гумуса в почве - X4, собранного в третьей декаде июня. Получено уравнение множественной регрессии: $F = Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 + Dx_4 + E$, где $A = -0,66661$; $B = -0,05607$; $C = 1,03745$; $D = -2,18068$; $E = 63,61267$. Полученные результаты показаны в табл. 9.

Результаты табл.4 показывают, что количество флавоноидов у красоднева малого связано с местом обитания, которое определяется комплексом почвенно-климатических условий. Наибольшее их содержание отмечено в петрофитно-хамеродосовой степи, где выявлено наименьшее содержание гумуса в почве и низкая влажность почвы. Расчетные данные (F) практически совпадают с экспериментальными данными. Таким образом, используя метод множественной регрессии, можно прогнозировать содержание флавоноидов в надземных органах *Neomerocallis minor*, а возможно и других видов растений.

Таблица 9 - Содержание флавоноидов в листьях в зависимости от места сбора

Фитоценозы	X1	X2	X3	X4	F эксп.	F расчет.
1	18,26	780,00	6,40	6,02	1,21	1,22
2	14,43	820,00	5,40	5,38	1,81	1,89
3	11,73	840,00	5,70	3,77	6,38	6,39
4	18,07	810,00	5,80	4,40	2,71	2,57
5	35,00	655,00	6,50	3,06	3,58	3,62
6	35,00	552,00	6,10	5,32	3,42	3,39

1 - пятилистниковоолодушковая степь; 2 - нителистниковокобрезиевая степь; 3 - петрофитно-хамеродосовая степь; 4 - степь разнотравно-луговая; 5 - осоковейниковый луг; 6- разнотравно-вейниковоосоковый луг

ВЫВОДЫ

1. На территории Забайкалья *Nemerocallis minor* произрастает в сообществах ксерофитных, мезофитных и гигрофитных растений. Фитоценозы формируются на различных элементах рельефа и отличаются по агрохимическим показателям почв. Категория обилия растения на исследованной территории не превышает 8 баллов.

2. Установлено влияние фитоценологических и экологических факторов на вариабельность морфометрических параметров *Nemerocallis minor*. Наибольшими параметрами обладают растения собранные в гигрофильных сообществах. Здесь красоднев проходит все стадии онтогенеза. В петрофитно-хамеродосовой степи растение проявляет признаки угнетения, отсутствует фаза цветения. Популяции *Nemerocallis minor* в исследованных сообществах состоят в основном из виргинильных и генеративных особей.

3. Распределение флавоноидов по органам *Nemerocallis minor* неравномерно и зависит от эколого-фитоценологических факторов, прежде всего от места обитания растений. При этом основным фактором, определяющим содержание флавоноидов у красоднева малого является запас влаги в почве. Наибольшее содержание флавоноидов отмечено в период интенсивного роста вегетативных органов, тогда как в период цветения их содержание в органах растения уменьшается.

4. Определено количественное содержание 7 микроэлементов в почве из мест произрастания *Nemerocallis minor* и 14 элементов по органам растения. Во всех органах, независимо от места сбора, присутствуют Ca, Fe, Ti, Mn, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba, при этом наибольшее содержание Fe, Mn, Br, Ba отмечено в листьях, Ni, As, I, Pb – в стеблях, Ti, Cr, Sr - в корневище, Cu, Zn - в цветках. Установлена зависимость между накоплением микроэлементов в почве и органах растения.

5. С помощью метода множественной регрессии возможно прогнозирование содержания флавоноидов в зависимости от почвенно-

климатических условий произрастания, в том числе, микроэлементного состава почв.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Жапова О.И. К проблеме исследования флавоноидосодержащих растений на территории Восточного Забайкалья / О.И. Жапова, Т.П. Анцупова, А.В. Кулырова // Материалы научно-практической конференции посвященной 70-летию БГСХА. – Улан-Удэ, 2001. – С.113-116.

2. Жапова О.И. Красоднев малый как перспективное лекарственное растение / О.И. Жапова // Научное обеспечение устойчивого развития АПК Восточного Забайкалья // Материалы международной конференции. - Чита, 2002. Т.1. – С. 105-107.

3. Жапова О.И. Изменчивость морфометрических параметров *Nemegocallis minor* Miller в зависимости от мест обитания / О.И. Жапова, Т.П. Анцупова // Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – Улан-Удэ, 2004. – С. 48.

4. Жапова О.И. Эколого-биологическая характеристика красоднева малого - *Nemegocallis minor* Miller, произрастающего на территории Восточного Забайкалья / О.И. Жапова // Вестник Бурятского университета. - Серия 2: Биология. - Вып. 7. – Улан-Удэ, 2005. – С. 164-168.

5. Жапова О.И. Микроэлементный состав Красоднева малого / О.И. Жапова, Т.П. Анцупова // Химия и биологически активные природные соединения: Сборник трудов ВСГТУ. - Вып.11. – Улан-Удэ, 2006. – С.67-72.

6. Жапова О.И. Накопление флавоноидов и микроэлементов в *Nemegocallis minor* Miller / О.И. Жапова, Т.П. Анцупова // Химия и технология растительных веществ: IV всероссийская научная конференция. – Сыктывкар, 2006. – С. 70.

7. Жапова О.И. Фитоценотическая приуроченность *Nemegocallis minor* Miller / О.И. Жапова, Т.П. Анцупова // Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии: Тезисы Всероссийской конференции с международным участием. - Т.1- Улан-Удэ, 2006. – С. 120.

8. Жапова О.И. Накопление флавоноидов и микроэлементов в *Nemegocallis minor* Miller / О.И. Жапова, Т.П. Анцупова // Новые достижения в создании лекарственных средств растительного происхождения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвященной 100-летию со дня рождения проф. Л.Н. Березнеговской. - Томск, 2006. – С. 128.

Жапова Оксана Ивановна

ЭКОЛОГО-ФИТОЦИНОТИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ
HEMEROCALLIS MINOR MILLER
И НАКОПЛЕНИЕ В НЕМ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
(Забайкалье)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Редактор *Т.Н. Чудинова*

Подписано в печать 10.10.2006 г. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1,04. Печать операт., бумага писч.

Тираж 100 экз. Заказ №183.

Издательство ВСГТУ.
670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в.