

УДК 582.736+574.24/58.056(517.56-13) + 543.544.943.3

## ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ РОДА *TRIFOLIUM* L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. НЕРЮНГРИ)

© 2017 Н.В. Зайцева, И.А. Погуляева

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск

Статья поступила в редакцию 27.04.2017

Химический состав *T. pratense* в условиях г. Нерюнгри довольно беден. Вещества не обладают достаточно выраженной оптической активностью. В основном это соединения начальной стадии синтеза флавоноидов – оксикоричные кислоты и кумарины. В составе экстрактов *T. hybridum* определяются оксикоричные кислоты, флавоноиды (5 пятен), сапонины (5 пятен), гликозиды, иридоиды, производные катехина, поли- и монофенолы. Из 4-х видов клевера, растущих в г. Нерюнгри и в Нерюнгринском районе, наиболее адаптирован к условиям Южной Якутии клевер ползучий, который находится в состоянии активной экспансии. Примерная последовательность видов от более устойчивого к менее устойчивому в условиях г. Нерюнгри: *T. repens* – *T. lupinaster* – *T. hybridum* – *T. pratense*.

Ключевые слова: Южная Якутия, клевер луговой, клевер гибридный, клевер люпиновый, клевер ползучий, химический состав, тонкослойная хроматография

**Цель исследования:** оценить адаптационные возможности растений рода *Trifolium* к условиям Южной Якутии по особенностям химического состава представителей этой группы, произрастающих в г. Нерюнгри, в связи с возможностью их применения для создания искусственных ландшафтов в данном регионе. В отношении растений, произрастающих в Нерюнгринском районе такие исследования проведены впервые.

**Метод исследования** – анализ экстрактов посредством тонкослойной хроматографии.

**Объекты исследования.** Объектом исследования являются представители городских популяций 4-х видов клевера: клевер луговой *Trifolium pratense* L.; к. ползучий *T. repens* L. (syn.: *Amoria repens* (L.) C. Presl); к. люпиновидный *T. lupinaster* L. (syn.: *Lupinaster pentaphyllus* Moench.); к. гибридный *T. hybridum* L. (syn.: *Amoria hybrida* (L.) C. Presl).

Растения рода Клевер (*Trifolium* L.) семейства Бобовых (*Fabaceae* Lindl.) представляют особый интерес для практической деятельности в связи с той ролью, которую они могут играть в искусственно создаваемых травянистых сообществах [10, 12, 25]. Именно растения рода Клевер, в первую очередь, применяют для восстановления плодородия пашен, рекультивации техногенных экотопов, при создании газонов, кормовых угодий [3, 4, 8, 18, 21, 26, 35, 39]. Кроме того, клевера – ценные кормовые и медоносные растения, обладают декоративными качествами, а также могут быть использованы в лечебных целях [24, 25, 27].

Южная Якутия (ЮЯ), расположенная в пределах Алданского нагорья, характеризуется резко континентальным холодным климатом, коротким и дождливым летом, кислыми маломощными

почвами [30]. Как указывают классические источники [15], основу растительного покрова в регионе составляют лиственничные и сосновые леса, а также еловые долинные формации. Тем не менее, особенности географического расположения Нерюнгринского района (одного из административных районов, отнесенных к ЮЯ), горный характер местности, густая гидрологическая сеть предопределили наличие здесь большого количества микроландшафтов и соответствующих им растительных сообществ. Свой вклад в формирование растительного покрова ЮЯ в Нерюнгринском районе вносит деятельность по индустриальному освоению данного региона. Создание промышленных объектов (это, в основном, горнодобывающие предприятия) и строительство сопутствующих им населенных пунктов привели к возникновению антропогенных ландшафтов, заселение которых растениями происходит практически заново, за счет семян, привнесенных извне. Источником антропогенной растительности в г. Нерюнгри также являются деятельность по благоустройству придомовых территорий, создание защитных полос вдоль автомобильных трасс и кормовых угодий возле животноводческих комплексов.

В настоящий момент на селитебных территориях ЮЯ наблюдается процесс формирования растительности, представляющей собой конгломерат видов местной и инорайонной, рудеральной и культурной флор. Следствием создания искусственных ценозов также стало присутствие в антропогенных растительных сообществах ЮЯ представителей рода *Trifolium*, которые находятся в разной степени адаптированности к климату и почвам региона. В пределах г. Нерюнгри, Нерюнгринского и Алданского районов нами встречены 4 вида рода *Trifolium*: *T. pratense* L., *T. repens* L. (syn.: *Amoria repens* (L.) C. Presl); *T. hybridum* L. (syn.: *Amoria hybrida* (L.) C. Presl); *T. lupinaster* L. (syn.: *Lupinaster pentaphyllus* Moench.).

*Зайцева Наталья Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом природной флоры Ботанического сада. E-mail: nz\_detetra@mail.ru*  
*Погуляева Ирина Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин. E-mail: irawalker@rambler.ru*

### **Методы исследования и характеристика района исследования.**

**Климат и почвы Южной Якутии.** ЮЯ – географическая зона, которая расположена между 56-й и 63-й параллелями северной широты в пределах Республики Саха (Якутия) [5, 30]. Занимает Алданское нагорье и северные отроги Станового хребта в пределах региона. Ее климат характеризуется как резко континентальный, холодный и влажный. Среднегодовая температура воздуха ...  $-7^{\circ}\text{C}$ , размах температур по сезонам: от  $-45^{\circ}\text{C}$  зимой до  $+35^{\circ}\text{C}$  летом [1, 5, 28]. Вегетационный период здесь длится от 80 до 100 дней (с середины мая по середину сентября), причем в течение всего этого времени возможно вторжение арктических воздушных масс, влекущих за собой понижение температуры воздуха, в т. ч. заморозки и осадки в виде града и снега. Снежный покров держится 223 дня в году [28]. Низкие зимние температуры и длительный морозный период являются важнейшими лимитирующими факторами для выращивания тех или иных видов культурных многолетних растений. Также к особенностям климата ЮЯ можно отнести умеренно теплое (средние температуры июля:  $+15...+16^{\circ}\text{C}$ ), пасмурное и дождливое лето. Максимум осадков в Нерюнгринском районе приходится на июль-август (до 350 мм за сезон) [28]. Количество дождливых дней за летний период составляет не менее 50. Как правило, дожди носят морозящий характер, а это формирует высокую влажность воздуха и почвы.

Горный характер ландшафта, наличие мерзлоты и высокая степень влажности климата ( $KV>1,5$ ) обуславливают специфику почвообразовательных процессов: основная масса почв ЮЯ характеризуется малой мощностью, грубым разложением органической массы, кислой реакцией почвенной среды, низким содержанием питательных веществ [32]. Для региона характерно широкое распространение почв подзолистого типа, подбуров и болотных торфяников [1]. Город Нерюнгри – административный центр одного из трех районов, отнесенных к Южной Якутии. Его географические координаты:  $56^{\circ}66'$  с.ш.,  $124^{\circ}71'$  в.д.; высота над уровнем моря – 847 м [22].

**Методы сбора и фиксации растительного материала.** Растительный материал для исследований (верхушки побегов) собирали на земельном участке Технического института (филиала) Северо-Восточного федерального университета в г. Нерюнгри во время цветения, в солнечную погоду, перебирали, измельчали, раскладывали тонким слоем на жаровочных листах. Выдерживали в течение 30 мин. при  $80^{\circ}\text{C}$  в сушильном шкафу, после чего досушивали при комнатной температуре в проветриваемом помещении.

**Подготовка проб к анализу, приготовление экстрактов.** Перед проведением исследований растительный материал растирали в ступке и просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм. Аналитические пробы выделяли методом квартования

согласно ГОСТ 24027.0-80 [11]. Перед началом исследования пробы досушивали до абсолютно сухого состояния, при  $60^{\circ}\text{C}$ . Из подготовленной пробы на аналитических весах отвешивали навеску в 5 г с точностью до 0,01 г, которую помещали в стеклянный бюкс. К пробе добавляли 50 мл 70% спирта и оставляли на сутки (24 часа) для экстракции. Периодически экстракты взбалтывали. Через 24 часа содержимое бюксов сливали через фильтры в чистые емкости. Из отфильтрованных экстрактов отбирали пробы в 10 мл, которые затем упаривали при медленном нагревании на электрической плитке до объема в 1 мл. Такие концентрированные экстракты использовали для дальнейших исследований.

**Технология проведения анализа химического состава экстрактов растений методом тонкослойной хроматографии.** В качестве носителя использовали пластины для тонкослойной хроматографии «Sorbfil» (ПТСХ-АФ-А-УФ). Пятна («в полоску») исследуемых экстрактов наносили на линию старта посредством капилляров. В качестве растворителя использовали смесь: н-бутанол, уксусная кислота и дистиллированная вода (БУВ) в соотношении 4:1:5. Хроматографирование проводили в восходящем токе растворителя при комнатной температуре. После того как пластинку извлекали из хроматографической камеры, ее подсушивали в течение 20 мин в сушильном шкафу при  $t=105^{\circ}\text{C}$ . Затем хроматограмму обрабатывали одним из следующих детекторов: а) 1%-ный раствор ванилина в концентрированной серной кислоте (ванилин-серный реактив, VSR); б) 5%-ный раствор хлорида алюминия ( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) в этаноле; в) 5% раствор гидроксида калия (KOH) в этаноле; г) 1 %-ный водный раствор сульфата железа (II) ( $\text{FeSO}_4$ ). Готовые хроматограммы просматривали в видимом и ультрафиолетовом свете при длинах волн 254 и 356 нм. Идентификацию веществ проводили в соответствии со сведениями, представленными в изданиях [7, 19, 37, 40].

### **Результаты и обсуждение.**

**Оценка состояния растений клевера (популяции в г. Нерюнгри, Нерюнгринском районе).**

**Клевер луговой (*T. pratense* L.).** В г. Нерюнгри распространение этого растения ограничено газонами, лугами на месте бывших поселков. Экспансии не проявляет, но и из посевов не выпадает. Ведет себя как многолетняя культура. Состояние после зимовки удовлетворительное. Весной ботва отрастает долго, вид болезненный. Переход к активной вегетации наблюдается с середины июня. Фаза цветения у этого вида начинается позже по сравнению с другими видами клевера, примерно с середины июля, и длится до первых заморозков в конце августа – первой декаде сентября (табл. 1, 2). Массовое цветение растений наблюдается после 20-х чисел июля. Переход к состоянию зимовки в начале сентября после первых заморозков. Семенное возобновление затруднено в связи с поздним цветением.

Таблица 1. Сроки цветения клеверов в г. Нерюнгри (2013-2016 гг.)

Вид	Наступление фазы цветения								
	2013 г.			2015 г.			2016 г.		
	нач.	масс.	конец	нач.	масс.	конец	нач.	масс.	конец
<i>T. hybridum</i>	26.06	01.07	15.08	02.07	05.07	11.08	04.07	09.07	17.08
<i>T. lupinaster</i>	01.07	10.07	17.08	03.07	07.07	07.08	07.07	13.07	15.08
<i>T. pratense</i>	05.07	12.07	24.08	03.07	09.07	19.09	07.07	13.07	10.09
<i>T. repens</i>	11.06	13.06	25.08	13.06	21.06	17.08	17.06	03.07	27.08

Таблица 2. Продолжительность фенофаз у клеверов в г. Нерюнгри (2013-2016 гг.)

Вид	Продолжительность периода, дни							
	«начало вегетации – начало цветения»				«начало цветения – окончание цветения»			
	2013 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2013 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
<i>T. hybridum</i>	30	32	34	32,0±1,15	44	40	44	42,7±1,33
<i>T. lupinaster</i>	33	33	35	33,7±0,67	38	35	39	37,3±1,20
<i>T. pratense</i>	37	34	40	36,7±2,33	50	78	65	64,3±8,09
<i>T. repens</i>	16	18	21	18,3±1,45	70	65	71	68,7±1,85

**Клевер ползучий (*T. repens*, *Amoria repens*).** Присутствие этого вида на территории г. Нерюнгри и в его окрестностях мы объясняем применением газонных травосмесей (семян) для озеленения. В настоящее время вид хорошо адаптирован к условиям ЮЯ, находится в состоянии экспансии. Встречается как на газонах, так и на пустырях, галечниках, на опушках сосновых лесов. В засушливых условиях (например, летом 2015 г.) выходит в доминирующее состояние, особенно в нарушенных или неоптимально организованных лугоподобных сообществах. В этом случае дает значительную вегетативную массу в виде обширных пятен и обильное цветение. Состояние массового цветения – со второй половины июня (табл. 1, 2). Цветет до наступления заморозков. Новые территории захватывает как путем распространения семян, так и за счет роста и укоренения побегов. Сорничает на клумбах.

**Клевер гибридный (*T. hybridum*, *Amoria hybrida*)** посеян нами при закладке площадки по изучению восстановления почвенного плодородия биологическими методами. Встречен только в г. Нерюнгри, на земельном участке возле филиала СВФУ. Экспансии не проявляет. Вегетирует относительно обильно, цветет с начала июля. В лугоподобных сообществах постепенно вытесняется дерновинными злаками, но дает обильную массу на незаселенных растениями местах, например, вдоль обочин тротуаров, между плитами в покрытии дорожек, в трещинах асфальта. Семена вызывают только в условиях теплое солнечного лета.

**Клевер люпиновидный (*T. lupinaster*, *Lupinaster pentaphyllus*).** Отмечается как дикорастущий вид для Сибири, Дальнего Востока, Китая, Японии. Обитает в суходольных, долинных, лесных лугах, в луговых степях, разреженных лесах, на опушках, по берегам рек, залежам [2, 34]. В г. Нерюнгри встречен на лугах и газонах, созданных способом покрытия дернинами, снятыми с лугов возле птицефабрики. Происхождение, скорее всего, искусственное, но посеян на территории района довольно давно и в настоящий момент «сбежал» в одичалые растительные сообщества на месте быв-

ших поселков и заброшенных техногенных экотопов. Находится в состоянии биологического равновесия, возобновляется, но активной экспансии не проявляет. Встречается единично на газонах, относительно обильно – на заброшенных территориях бывших поселков, по обочинам дороги М-56 «Лена» (на участке «Томмот – Большой Нимныр»). Период массового цветения – с середины июля до середины августа (табл. 1). Особенность данного вида клевера – относительно короткий период цветения (табл. 2), весенне-летнезеленый феноритмотип, что позволяет этому виду «вписаться» при прохождении жизненного цикла в особенности сезонов ЮЯ [13, 17, 29]. Краткое по срокам, дружное цветение характеризует виды северной флоры, следовательно, *T. lupinaster* является видом, в высокой степени адаптированным для регионов с коротким вегетационным периодом.

Таким образом, из 4-х видов клевера, представленных в г. Нерюнгри и в Нерюнгринском районе, наиболее адаптирован к условиям ЮЯ клевер ползучий, который находится в состоянии активной экспансии, чему также способствуют современные изменения в климате региона. Наименее устойчив клевер луговой, популяции которого создаются здесь искусственно. Примерная последовательность видов от более устойчивого к менее устойчивому в условиях г. Нерюнгри: *T. repens* – *T. lupinaster* – *T. hybridum* – *T. pratense*.

#### **Особенности химического состава клеверов, произрастающих в г. Нерюнгри.**

Анализ источников информации показывает, что наиболее детально изучен химический состав *T. pratense*. В стеблях и листьях этого растения содержатся [16, 20, 33, 38]: эфирное и жирное масла, дубильные вещества, гликозиды трифолин и изотрифолин, органические кислоты (п-кумаровая, салициловая, кетоглутаровая), ситостеролы, изофлавоны, смолы, витамины (аскорбиновая кислота, рутин, тиамин, рибофлавин, фолиевая кислота, каротин, токоферол), белок, жиры, свободные аминокислоты, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, соли кальция и фосфора. В цветках най-

дены флавоны и флавонолы (кемпферол, кверцетин, пратолетин, изорамнетин и др.), флавоноиды (гиперозид, гомопизатин, изокверцитрин, лютеолин, маакиаин и др.), изофлавоны (генистеин, формонетин и др.), бензойный альдегид, кумарин, формонетин, октакозанол, триакантанол, лотаустралин, линамарин, пинен, пинитол, куместрол, меллиссая кислота, гесперидин, дафноретин, гистамин, трифолиоил, гераниол, бикумол, ситостерол, медикагол, умбеллиферон, аденин, ксантин и

гипоксантин, линалоол, тритерпеновые сапонины, фенолы (гвайакол, генол). Выявлено более 60 компонентов, а вместе с их производными – более 160 видов веществ (табл. 3). К сожалению, химический состав остальных изучаемых нами видов клеверов известен в меньшей степени. Особенно мало сведений о химическом составе *T. lupinaster*. Так, в клевере люпиновом по сведениям [31, 9] содержится только 6 химических компонентов.

Таблица 3. Химический состав представителей рода клевер [31, 9, 14, 23]:

Группы веществ	Количество видов веществ по группам в растительном сырье			
	<i>T. pratense</i>	<i>T. repens</i>	<i>T. hybridum</i>	<i>T. lupinaster</i>
терпеноиды	9	22	3	-
каротиноиды	2	-	-	-
бензол и его производные	5	5	4	-
фенолы и их производные	7	7	7	-
фенолкарбоновые кислоты и их производные	7	4	1	1
кумарины	2	4	-	-
куместаны	1	2	-	-
флавоноиды и их производные	61	21	13	5
птерокарпаны	3	1	-	-
алифатические спирты, альдегиды, кетоны	42	25	25	-
производные фурана	1	1	1	-
органические кислоты	16	9	-	-
азотсодержащие соединения	4	4	4	-
цианогенные гликозиды	---	2	2	-
Всего:	160	107	60	6

Результаты нашего исследования показывают, что растения клевера лугового не отличаются разнообразием в своем химическом составе. Всего на хроматограммах нами выявлено 8-9 неясно выраженных пятен, дающих при УФ<sub>325</sub> освещении слабую голубую флуоресценцию, что позволяет отнести их к группе веществ «кумарины, оксикоричные кислоты» (рис. 1). Наиболее крупными и ярко выраженными пятнами являются пятно № 5 ( $R_f = 0,58-0,73$ ) и пятно № 9 на уровне фронта растворителя. Флуоресцирующие пятна усиливают свое свечение при обработке хроматограмм растворами щелочи и хлорида алюминия (признак кумаринов и оксикоричных кислот). Некоторые из пятен ( $R_f = 0,58-0,72$ ;  $0,82$ ) под воздействием этих реактивов изменили цвет флуоресценции на желто-зеленый, что позволяет отнести вещества к группе флавоноидов.

На хроматографической дорожке, обработанной ванилин-серным реактивом (VSR), имеется два пятна сине-зеленого цвета (пятна № 2 и 3), что говорит о присутствии в экстрактах таких веществ, как сапонины или стероидные гликозиды. Это подтверждается пробами на пенообразование. Высота устойчивой пены при взбалтывании экстракта *T. pratense* составляла 15 мм. Три пятна в средней части дорожки окрашены в желто-коричневые тона, очень светлые (флавоноиды). В самой верхней части хроматограммы обнаружено неширокое яркое

сиренево-фиолетовое пятно (соответствует веществам монофенольной природы).

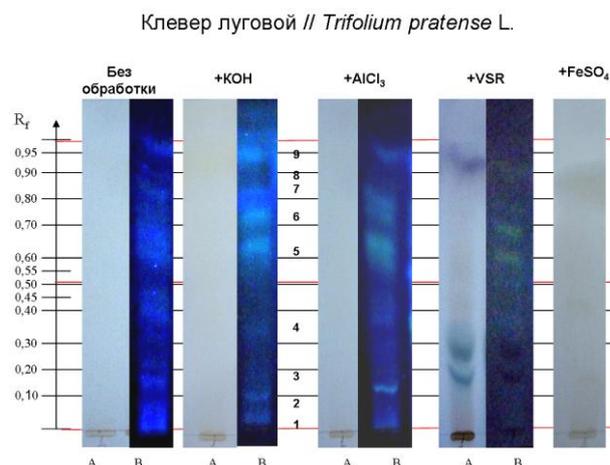
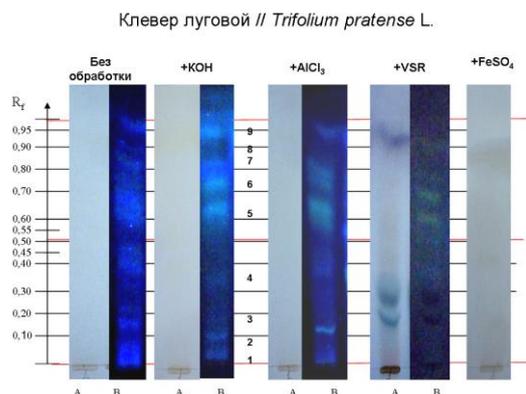


Рис. 1. Фотоизображения хроматограмм экстрактов *T. pratense*, собранного в г. Нерюнгри: А) в дневном свете; В) в УФ лучах с длиной волны 325 нм

Таким образом, химический состав клевера лугового в условиях г. Нерюнгри довольно беден. Вещества не обладают достаточно выраженной оптической активностью. В основном это соединения начальной стадии синтеза флавоноидов – оксикоричные кислоты и кумарины. Состав флавоноидов

минимален (3-4 пятна). Установлено присутствие сапонинов (поверхностно активных веществ), но их количество также невелико по сравнению с химическим составом других видов клевера, изученных в данной работе. Следовательно, относительно небольшое количество выявленных веществ не обеспечивает растениям эффективную адаптацию к условиям ЮЯ и, прежде всего, к факторам высокогорья. Либо условия высокогорья, супрессируя растения *T. pratense*, не позволяют им в достаточной степени реализовать свой биосинтетический потенциал.

На хроматограммах клевера гибридного выявлено до 14 пятен оптически активных веществ (рис. 2). В УФ<sub>325</sub> свете они флуоресцируют бледно-голубым, ярко-голубым или зеленым цветом. Яркая бело-голубая флуоресценция характерна для пятен № 10 ( $R_f=0,55-0,61$  – кумарин) и № 13 ( $R_f=0,96$  – кофейная кислота). Пятно № 8 ( $R_f=0,33-0,44$ ) – крупное протяженное, хорошо определяемое после обработки хроматограммы раствором хлорида алюминия по яркой зелено-голубой флуоресценции – скорее всего, гликозид лютеолина. Рядом с ним, чуть ниже (пятно № 7) – рутин. Очень яркую голубую флуоресценцию после обработки раствором КОН приобретает пятно № 2 с  $R_f = 0,09-0,11$ , - признак вещества группы кумаринов. В нижней части трека, обработанного VSR, можно видеть сиреневое и сине-фиолетовое пятна (иридоиды), 5-6 пятен зеленого цвета (сапонины), 4 пятна светло-коричневого цвета (флавоноиды), красно-коричневое пятно с  $R_f = 0,83$  (производное катехинов) и сиренево-фиолетовое узкое пятно в районе фронта растворителя (монофенолы). Присутствие сапонинов подтверждается образованием устойчивой пены при взбалтывании экстракта *T. hybridum*, высота которой составляла 15 мм.



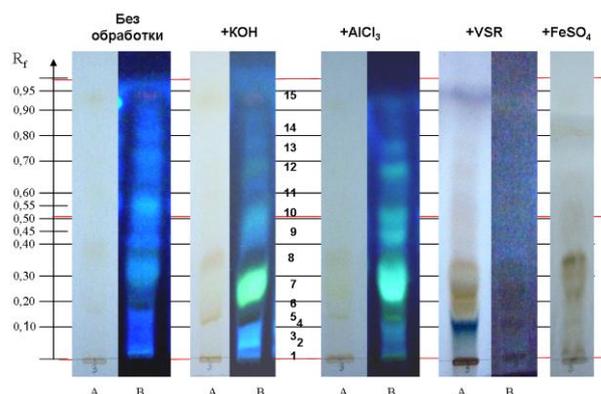
**Рис. 2.** Фотоизображения хроматограмм экстрактов *T. hybridum*, собранного в г. Нерюнгри: А) в дневном свете; В) в УФ лучах с длиной волны 325 нм

**Клевер люпиновый (*T. lupinaster*).** О его высокой биосинтетической активности можно судить по результатам хроматографического анализа - на хроматограммах экстракта этого растения в УФ<sub>325</sub> визуализируется до 15 слабофлуоресцирующих пятен (рис. 3), причем есть пятна, флуоресцирующие темно-синим цветом (феруловая кислота,

кумарины). Обработка хроматограммы КОН усилила свечение пятен в нижней части трека. Особенно ярким желто-зеленым свечением выделяется пятно № 7 ( $R_f=0,19-0,35$ ), соответствующее гликозиду лютеолина. Пятна № 6 и 8 имеют черно-синюю флуоресценцию. Эти же пятна хорошо просматриваются на дорожке в видимом свете благодаря желто-коричневому окрашиванию (кумарины). На хроматограмме, обработанной спиртовым раствором хлорида алюминия, 5 пятен приобрели желто-зеленое свечение: пятно № 7 ( $R_f=0,19-0,35$ ), № 9 ( $R_f=0,45$ ), № 10 ( $R_f=0,57$ ), № 13 ( $R_f=0,72$ ), № 14 ( $R_f=0,81$ ), что свидетельствует об их флавоноидной природе. Наиболее вероятно, что этим пятнам соответствуют следующие вещества: лютеолин-гликозид, гиперозид, кверцитин, астрагалин и кемпферол. Пятна № 5 и 6 имеют темно-оливковое свечение (соответствуют кумаринам на треке, обработанном КОН). Много флуоресцирующих веществ в нижней части трека (голубая и бело-голубая флуоресценция) – гликозиды фенолкарбоновых кислот, кумаринов, флавоноидов. На хроматограмме, обработанной VSR, в нижней части трека фиксируется узкое сине-зеленое пятно с  $R_f=0,13$  (иридоид) и 8 пятен, окрашенных в коричневые цвета (флавоноиды).

Следовательно, растения *T. lupinaster* в условиях г. Нерюнгри находятся в активном биосинтетическом состоянии. В составе его экстрактов выявлено более 15 оптически активных веществ, в том числе 6 веществ группы флавоноидов. Особенно noteworthy «химического портрета» этого растения является наличие крупного пятна с яркой желто-зеленой флуоресценцией с  $R_f=0,23-0,36$ , присутствие иридоидов и отсутствие сапонинов.

Клевер люпиновидный // *Trifolium lupinaster* L.



**Рис. 3.** Фотоизображения хроматограмм экстрактов *T. lupinaster*, собранного в г. Нерюнгри: А) в дневном свете; В) в УФ лучах с длиной волны 325 нм

**Клевер ползучий.** Хроматограмма экстракта в УФ свете представляет собой дорожку, слабо флуоресцирующую голубым цветом. Самыми яркими являются пятна с  $R_f = 0,58$  и 1,00. Всего визуализируются 11 бледно-голубых пятен (рис. 4). Наибольшее количество пятен (18) отмечено на хроматограмме, обработанной КОН. Пятна имеют голубую

(оксикоричные кислоты), синюю и черно-синюю (кумарины), желто-зеленую (флавоноиды) флюоресценцию. После обработки хроматограмм раствором хлорида алюминия 6 пятен изменили цвет флюоресценции на желто-зеленый (флавоноиды). VSR способствовал окрашиванию трека в разноцветные пятна. Пятно № 4 – ярко-синее, узкое, неровное (иридоид). Пятна № 5, 6, 7 – сине-зеленого цвета (сапонины). Четыре пятна в средней и верхней части трека – желто-коричневого цвета (флавоноиды). Пятно на фронте растворителя – серо-сиреневое (монофенолы).

Таким образом, экстракт клевера ползучего является наиболее насыщенным веществами (более 18 пятен), но большинство из них, также как у клевера лугового, представляют собой начальные этапы синтеза флавоноидов. Результаты наших исследований можно свести в таблицу (табл. 4).

**Таблица 4.** Химический состав представителей рода клевер, произрастающих в г. Нерюнгри

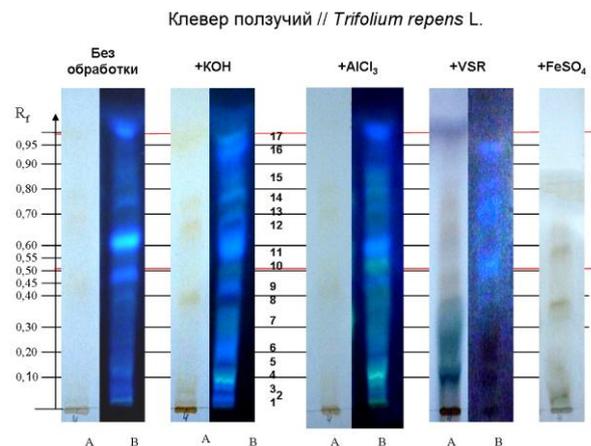
Группы веществ	Количество видов веществ по группам в растительном сырье			
	<i>T. pratense</i>	<i>T. repens</i>	<i>T. hybridum</i>	<i>T. lupinaster</i>
кумарины	1	4	2	2
оксикоричные кислоты	3	5	2-3	3-6
флавоноиды	4	6	5	8
монофенолы	1	1	1	1
сапонины	2	3	5	-
иридоиды	-	1	1	1
катехины / антоцианидины	-	-	1	-
Всего:	12	19	17-18	15-18

**Выводы:** 4 вида клевера, произрастающих в г. Нерюнгри, находятся в разной степени адаптации к условиям ЮЯ, что можно оценить как по состоянию их витальности и активности в фитоценозах, так и по результатам синтетической деятельности растений [6, 36]. «Биохимический портрет» растения вполне адекватно отражает состояние растения в конкретных экологических условиях и может служить ценной информацией о возможностях его адаптации как в настоящий момент, так и в будущем. На основании этой информации можно устанавливать закономерности взаимодействия растений с окружающей средой, делать отбор видов для различных практических целей.

В условиях ЮЯ для рекультивации, улучшения почвенных условий, создания газонов, озеленения придомовых территорий предпочтение следует отдавать клеверам видов *T. repens*, *T. lupinaster*, *T. hybridum*. *T. lupinaster* может служить сырьем для получения лекарственных препаратов. С этой точки зрения данный вид заслуживает более пристального внимания исследователей-биохимиков. *T. pratense* хоть и обладает декоративной привлекательностью, но в г. Нерюнгри находится в ослабленном состоянии и потребует дополнительных усилий для своего возделывания. Его ценность в качестве лекарственного сырья также довольно низка.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. – М.: ГУТК СССР, 1989. 116 с.



**Рис. 4.** Фотоизображения хроматограмм экстрактов *T. repens*, собранного в г. Нерюнгри: А) в дневном свете; В) в УФ лучах с длиной волны 325 нм

2. Афонин, А.Н. Агрэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения / А.Н. Афонин, С.Л. Грин, Н.И. Дзюбенко, А.Н. Фролов // [DVD-версия]. 2008. – URL: <http://www.agroatlas.ru> (дата обращения: 04.04.2017)

3. Богданов, В.Л., Шмелева, И.В., Мухина, Л.Б., Дмитриева, Е.Ю. Ускоренное восстановление растительности на загрязненных нефтепродуктами дерново-подзолистых почвах (на примере Ленинградской области) // Региональная экология. 2004. № 3-4. С. 136-144.

4. Борисова, Е.Е. Роль клевера лугового в экологизации и биологизации земледелия // «Символ науки». 2016. №4. С. 56-61.

5. Быкадорова, Т.К. Физико-географический обзор Южной Якутии // Нерюнгринский район: история, культура, фольклор. – Якутск: Биичик, 2007. С. 14-22.

6. Высочина, Г.И. Биохимические подходы к познанию биоразнообразия растительного мира // Сибирский экологический журнал. 1999. Т. 3. С. 207-211.

7. Георгиевский, В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комисаренко, С.Е. Дмитрук. – Новосибирск: Наука СО, 1990. 337 с.

8. Голованов, А.И. Рекультивация нарушенных земель: учебник. – Лань, 2015. 336 с.

9. Головкин, Б.Н. Биологически активные вещества растительного происхождения / Б.Н. Головкин, Р.Н. Руденская, И.А. Трофимова, А.И. Шретер // В 3-х т. – М.: Наука, 2001. 1014 с.

10. Горбкова, Е.В. Клевер с древнейших времен и до наших дней // Научная мысль. 2016. №2. С. 19-21.

11. ГОСТ 24027.0-80 «Сырье лекарственное растительное. Правила приемки и методы отбора проб»

12. Гринась, М.Н. Основные методы и результаты адаптивной селекции клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны России: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Киров, 2003. 211 с.
13. Данилова, Н.С. Сезонное развитие видов рода *Trifolium* s.l. при интродукции в Центральной Якутии / Н.С. Данилова, П.А. Павлова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №5 (103). С. 92-95.
14. Дренин, А.А. Флавоноиды и изофлавоноиды трех видов растений рода *Trifolium* L. и *Vicia* L.: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Сургут, 2008. 24 с.
15. Жизнь растений. Том 1 / под ред. Н.А. Красильникова и А.А. Уранова. – М.: Просвещение, 1974. С. 5-15.
16. Казаринова, Н.В. Лекарственные растения Сибири для лечения сердечно-сосудистых заболеваний / Н.В. Казаринова, М.Н. Ломоносова, В.М. Триль и др. – Новосибирск: Наука СО РАН, 2001. 240 с.
17. Калинин, В.А. Становление жизненной формы *Trifolium lupinaster* L. в онтоморфогенезе // Вестник КрасГАУ. 2011. №1 С. 49-53.
18. Капустин, Н.И. Почвоулучшающее и продукционное значение клевера лугового северо-западном регионе / Н.И. Капустин, Н.А. Медведева, М.Л. Прозорова // Молочнохозяйственный вестник. 2015. №2(18). С. 20-28.
19. Корулькин, Д.Ю. Природные флавоноиды / Д.Ю. Корулькин, Ж.А. Абилов, Р.А. Музычкина, Г.А. Толстиков. – Новосибирск: академич. издание «ГЕО», 2007. 232 с.
20. Минаева, В.Г. Лекарственные растения Сибири. – Новосибирск: Наука СО, 1991. 431 с.
21. Мухаярова, Е.И. Подбор и использование травосмесей оптимального состава для проведения биологической рекультивации на территории СЗФО // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. № 4 (16). С. 98-103.
22. Нерюнгринский район / Карты Яндекс - URL: <https://yandex.ru/maps/?source=morda&ll=125.176302%2C57.542379&z=12> (дата обращения: 04.04.2017).
23. Новиков, О.О. Изучение флавоноидного состава цветков клевера лугового / О.О. Новиков, Д.И. Писарев, В.Н. Сорокопудов и др. // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. 2010. № 21 (92). Выпуск 13. С. 113-117.
24. Новоселов, М.Ю. Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) // Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра «Клевер». – М., 2015. С. 22-73..
25. Новоселова, А.С. Клевер в России / А.С. Новоселова, М.Ю. Новоселов, Н.И. Переправо и др. – Воронеж, 2002. 297 с.
26. Османьян, Р.Г. Биологическая рекультивация земель на Крайнем Севере [залужение многолетними травами] // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. 2008. № 4. С. 888.
27. Панина, О.С. Клевер белый – уникальная сельскохозяйственная культура // Актуальные вопросы современной науки и практики: сб. матер. конф. 2016. С. 88-97.
28. Погода и климат. – URL: <http://www.pogoda.ru.net/> (дата обращения: 04.04.2017).
29. Покровская, Т.М. Жизненная форма люпиновидного клевера - *Trifolium lupinaster* L. по ареалу и ее внутривидовые варианты // Биоморфологические исследования в современной ботанике: Матер. междунар. конф. – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2007. С. 362-363.
30. Пособие по географии Якутии. – Якутск: Бичик, 1993. 80 с.
31. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 3. Семейства *Fabaceae* – *Ariaceae* / Под ред. А.Л. Буданцева. – СПб., М., 2010. 601 с.
32. Саввинов, Д.Д. Почвы Якутии: Проблемы рационального использования почвенных ресурсов, их мелиорация и охрана. – Якутск: Кн. изд-во, 1989. 152 с.
33. Телятьев, В.В. Целебные клады. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1991. С. 162-163.
34. Флора Сибири. Т.9. *Fabaceae* (*Leguminosae*) / Под ред. А.В. Положий, Л.И. Малышева. – Новосибирск: Наука, 1994. 280 с.
35. Холзаков, В.М. Клевер луговой в адаптивно-ландшафтном земледелии // Аграрная наука - состояние и проблемы: труды регион. научно-практ. конф. 2002. С. 122-126.
36. Чадин, И. Хемосистематика – основа изучения биохимического разнообразия растений. - <http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/01-46/07.html> (дата обращения: 04.04.2017)
37. Шупарев С.М. Практикум по биохимии растений / С.М. Шупарев, С.С. Медведев, Е.И. Шарова, О.В. Танкелюн. – СПб.: СПбГУ, 1996. 200 с.
38. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения: учеб. пособие / Под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. – СПб.: Специальная литература, 1999. 407 с.
39. Юркевич, М.Г. Клевер луговой - компонент городского озеленения // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: мат-лы I междунар. науч. конф. 2013. С. 465-466.
40. Wanger, H. Plant Drug Analysis: A Thin Chromatography Atlas. 2-nd edition / H. Wanger, S. Bladt. – Springer, 2001. 385 p.

## ECOLOGICAL AND BIOCHEMICAL FEATURES OF GENUS TRIFOLIUM L. PLANTS, GROWING IN SOUTH YAKUTIA (ON THE EXAMPLE OF NERYUNGRY CITY)

© 2017 N.V. Zaytseva, I.A. Pogulyaeva

Northeast Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk

The chemical composition of *T. pratense* in the conditions of Neryungri is quite poor. Substances have no rather expressed optical activity. Generally there are the compositions of initial stage of flavonoids synthesis – oxycinnamonic acids and benzopyrones. As a part of *T. hybridum* there extracts oxycinnamonic acids, flavonoids (5 spots), saponins (5 spots), glycosides, iridoids, derivatives of catechin, poly- and monophenols are defined. From 4 types of a clover, growing in Neryungri and in Neryungri district the clover creeping which is in the condition of active expansion is most adapted to conditions of South Yakutia. The approximate sequence of types from steadier to less steady in the conditions of Neryungri: *T. repens* – *T. lupinaster* – *T. hybridum* – *T. pratense*.

Key words: South Yakutia, *Trifolium pratense*, *T. hybridum*, *T. repens*, *T. lupinaster*, chemical composition, thin layer chromatography

Natalia Zaytseva, Candidate of Agriculture, Head of the Natural Flora Department at Botanical Garden. E-mail: [nz\\_demetra@mail.ru](mailto:nz_demetra@mail.ru); Irina Pogulyaeva, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of General Education Disciplines. E-mail: [irawalker@rambler.ru](mailto:irawalker@rambler.ru)