

УДК 633.321:631.52

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ *TRIFOLIUM PRATENSE* L. В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

© *Н.И. Касаткина**, *Ж.С. Нелюбина*

*Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН,
ул. Т. Барамзиной, 34, Ижевск, 426067 (Россия),
e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru*

Цель исследования – проведение сравнительного биохимического анализа растительного сырья различных сортов *Trifolium pratense* L. и выявление наиболее ценных для возделывания в Удмуртской Республике. Объектами исследования являлись 6 сортов *Trifolium pratense* L. российской и иностранной селекции. Установлено, что в среднем за два года исследования (2018–2019 гг.) по сбору воздушно-сухого сырья 5.60 и 5.99 т/га выделились сорта Дымковский и Кудесник. В растительном сырье изучаемых сортов содержалось 3.51–4.05% сырого жира, 1.92–2.08% азота, 0.58–0.64% фосфора, 2.57–3.10% калия и 1.00–1.17% кальция, что позволяет рассматривать *Trifolium pratense* L. в качестве перспективного источника данных элементов. Наибольшее содержание азота и кальция было отмечено у сортов Дипло и Лестрис, калия – у сортов Дымковский и Кудесник, фосфора – у сорта Ранний 2. Содержание суммы флавоноидов в перерасчете на рутин в исследуемых растительных образцах *T. pratense* было на уровне 1.3–2.4%, наибольшее – у сорта иностранной селекции Лестрис.

Ключевые слова: *Trifolium pratense* L., сорта клевера лугового, воздушно-сухое сырье, биохимический состав, флавоноиды.

Введение

Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) из рода *Trifolium* L., семейства *Fabaceae*, подсемейства *Faboideae* – двулетнее, но чаще многолетнее травянистое растение. В диком виде произрастает на всей территории Европы, в Северной Африке (Алжир, Марокко, Тунис), Западной и Средней Азии. На территории России встречается в европейской части, Сибири, на Дальнем Востоке и Камчатке. Растет на среднеувлажненных лугах, лесных полянах, вдоль полей и дорог [1, 2].

Достоинства *Trifolium pratense* L. как кормовой сельскохозяйственной культуры заключаются в том, что он в монокультуре и в травосмесях является источником дешевых высокопитательных кормов, содержащих протеин, витамины, каротины, макро- и микроэлементы [3, 4].

Помимо кормового значения трава *Trifolium pratense* L. перспективна как источник лекарственного растительного сырья. По данным научной литературы, надземная часть *T. pratense* содержит углеводы, стероиды, сапонины, витамины С, В, Е и К, каротин, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, жирные масла, дубильные вещества, хиноны, эфирное масло, высшие жирные кислоты, макро- и микроэлементы [1, 2, 5, 6]. Так, макро- и микроэлементы имеют большое значение в жизни человека, так как входят в состав гормонов, витаминов, многих ферментов, дыхательных пигментов, образуют соединения с белками, накапливаются в некоторых органах и тканях человека, особенно в эндокринных железах [7, 8].

Особая ценность растительного сырья *Trifolium pratense* L. определяется наличием в нем флавоноидов и изофлавоноидов. Флавоноиды относятся к первой группе биологически активных веществ растений,

Касаткина Надежда Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru
Нелюбина Жанна Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

блокирующих биохимические процессы, протекающие в организме больного. Они увеличивают агрегацию молекул, что приводит к повышению прочности капилляров, оказывают спазмолитическое, противовоспалительное, увеличивают вывод

* Автор, с которым следует вести переписку.

желчных кислот из клеток печени и т.п. [9–11]. Флавоноиды и изофлавоноиды в растениях находятся в основном в корнях, но в период бурного роста и цветения (июнь – июль) их обнаруживают в достаточном количестве в надземной части. Так, в растениях *Trifolium pratense* L. было выделено 96 групп флавоноидов и изофлавоноидов [12].

Важной задачей лекарственного растениеводства является получение максимальной продуктивности в сочетании с высоким содержанием биологически активных веществ. Однако одно и то же растение может содержать разные химические соединения в различных климатических и географических зонах. Содержание биологически активных веществ в растениях подвержено изменениям в зависимости от вида, сорта и стадии вегетации растений, вида почвы, ее физических свойств и химического состояния, географического расположения района произрастания, климатических условий, агротехники возделывания (применяемых удобрений, источников орошения и других факторов) [10, 13–17].

Цель исследования – проведение сравнительного биохимического анализа растительного сырья различных сортов *Trifolium pratense* L. и выявлении наиболее ценных для возделывания в Удмуртской Республике.

Экспериментальная часть

Объектами исследования являлись 6 сортов *Trifolium pratense* L. российской и иностранной селекции (табл. 1).

Исследования проводили в Удмуртском НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН, расположенном в лесостепной зоне Завьяловского района Удмуртской Республики. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2.2%, рН_{KCl} – 6.13, подвижный фосфор – 346 мг на 1 кг почвы, обменный калий – 101 мг на 1 кг почвы. Полевой опыт по конкурсному изучению сортов *Trifolium pratense* L. был заложен в 2017 г., учетная площадь 10 м², повторность вариантов в опыте четырехкратная. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований были различными: 2017 и 2019 гг. – переувлажненные (ГТК – 1.97 и 1.73), 2018 г. – засушливый (ГТК – 0.89). При проведении исследований в 2018–2019 гг. использовали общепринятые методические указания [18]. Учет урожайности зеленой массы сортов *Trifolium pratense* L. (с последующим пересчетом на сухое вещество) проводили в период бутонизации – начала цветения. Для определения содержания БАВ перед уборкой брали по 60 генеративных побегов каждого сорта. Заготовленное сырье высушивали до воздушно-сухого состояния, измельчали и отбирали репрезентативную пробу для анализа.

Определение химического состава растительных образцов сортов *Trifolium pratense* L. проводили по классическим и модифицированным методикам анализа кормов [19]. Содержание общей золы определяли методом сжигания в муфельной печи и последующим прокаливанием пробы. В тигель помещали навеску массой 2.0 г, помещали в холодную муфельную печь и повышали температуру до 200 °С до появления дыма, затем доводили температуру до 500 °С, прокаливание вели до достижения тигля с золой постоянной массы.

Определение содержания сырого жира проводили методом экстракции в аппарате Сокслета. В качестве растворителя использовали чистый без примеси воды или спирта диэтиловый спирт, имеющий низкую точку кипения (35 °С). В бумажный пакетик, предварительно взвешенный вместе с бюксом на аналитических весах, помещали навеску 1.0 г тщательно растертого исследуемого материала, помещали в бюкс и ставили в термостат, где сушили до постоянного веса при температуре не выше 95–100 °С в течение 3–4 ч. Перед взвешиванием бюкс с пакетиком охлаждали в эксикаторе. По разности между первым и вторым взвешиванием определяли вес абсолютно сухого вещества. Подготовленную навеску помещали в экстрактор Сокслета, экстрагирование вели в течение 5 ч. После экстракции высушивали при 105 °С до постоянного веса. По разнице в весе навески до извлечения из нее жира и после извлечения находили вес сырого жира.

Определение содержания общего азота в растительной пробе проводили титриметрическим методом по Кьельдалю. Навеску массой 0.2 г помещали в колбу Кьельдаля, добавляли 5.5 мл концентрированной серной кислоты и селен. Содержимое колбы нагревали в течение 30 мин, охлаждали. Перед отгонкой минерализат разбавляли 200 мл дистиллированной воды, добавляли раствор гидроксида натрия с массовой долей 33%, отгонную колбу присоединяли к аппарату для отгонки аммиака, нагревали. Отгонку аммиака проводили в серную кислоту. После окончания отгонки содержимое приемной колбы титровали раствором гидроксида натрия до перехода окраски в зеленую.

Таблица 1. Характеристика сортов *Trifolium pratense* L., используемых в работе

Сорт	Происхождение (оригинатор)	Тип	Плоидность
<i>Trifolium pratense</i> L., сорт Дымковский – ст.	ФАНЦ Северо-Востока	двуукосный, среднеспелый	2n
<i>Trifolium pratense</i> L., сорт ВИК 77	ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	двуукосный, раннеспелый	2n
<i>Trifolium pratense</i> L., сорт Дипло	Франция	двуукосный, раннеспелый	2n
<i>Trifolium pratense</i> L., сорт Лестрис	Франция	двуукосный, раннеспелый	2n
<i>Trifolium pratense</i> L., сорт Ранний 2	ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»	двуукосный, раннеспелый	2n
<i>Trifolium pratense</i> L., сорт Кудесник	ФАНЦ Северо-Востока	двуукосный, раннеспелый	4n

Для определения содержания фосфора и калия подготовку зольных растворов провели методом мокрого озоления. Фосфор и калий определяли из одного и того же фильтрата. В колбу для сжигания поместили 0.2 г исследуемой пробы, заливали смесью серной и хлорной кислот, нагревали при 340 °С до полного обесцвечивания раствора, охлаждали, переносили в мерную колбу, доводили объем дистиллированной водой до метки. Фосфор определяли фотометрическим методом на фотоэлектроколориметре. Приготовили стандартные растворы сравнения с содержанием фосфора 0.01 мг/мл, затем в стаканы вместимостью 50 мл из стандартных растворов сравнения и испытуемого минерализата отбирали по 25 мл и приливали 2 мл раствора молибденовокислого аммония и 45.5 мл воды. Оптическую плотность измеряли красным светофильтром при длине волны 670 нм. Калий определяли на пламенном фотометре, для этого приготовили образцовый раствор сравнения с содержанием K_2O 500 мг/л.

Определение содержания кальция провели комплексометрическим методом. Подготовку раствора провели путем сухого озоления, тигель с 1–5 г пробы помещали в холодную муфельную печь и повышали температуру до 200 °С до появления дыма, затем доводили температуру до 500 °С и прокаливали в течение 4–5 ч, охлаждали, приливали 1 мл 20% соляной кислоты и 5–10 мл горячей дистиллированной воды. Приготовили индикаторы путем смешивания 1.00 г индикатора хрома темно-синего кислотного и 100 г хлористого натрия, а также раствор трилона Б с концентрацией 0.05 моль/дм³. В колбу внесли 5 мл исследуемого раствора, довели объем раствора дистиллированной водой до метки 50 мл, затем добавили 2 мл 2НNaOH, 10 мл гидроксилamina, несколько кристаллов диэтилдитиокарбонат натрия и 30 мг индикатора. Титровали раствором трилона Б в присутствии «свидетеля» до перехода окраски от фиолетового в синий. В качестве «свидетеля» использовали 50 мл дистиллированной воды, в которую добавили в тех же количествах вышеуказанные реактивы и несколько капель трилона Б.

Определение основных групп биологически активных веществ методом тонкослойной хроматографии (ТСХ), а также содержание суммы флавоноидов в перерасчете на рутин проведены в отделе контроля качества ЗАО «Эвалар».

Все биохимические показатели рассчитаны на воздушно-сухую массу сухого сырья. Повторность определения каждого показателя двукратная. Статистическая обработка данных выполнена методами описательной статистики с использованием программ Microsoft Excel [20].

Обсуждение результатов

Определение продуктивности сортов *Trifolium pratense* L. показало, что сбор воздушно-сухого сырья большинства сортов второго года жизни (2018 г.) составил 4.1–5.4 т/га, что на уровне стандартного сорта Дымковский (4.7 т/га), за исключением сорта Лестрис – 3.4 т/га. Сбор воздушно-сухой массы сортов *T. pratense* третьего года жизни 3.6–5.1 т/га был на 1.4–2.9 т/га ниже аналогичного показателя, полученного у стандарта Дымковский (6.5 т/га). Исключение составил тетраплоидный сорт Кудесник, сбор воздушно-сухого сырья 6.6 т/га которого был на уровне стандарта. Следует отметить, что тетраплоидные сорта *Trifolium pratense* L., созданные на основе полиплоидии (4n), отличаются существенными морфологическими и физиологическими признаками: более интенсивная и темная окраска растений, более крупные растения, листья и соцветия, что обеспечивает высокую урожайность надземной биомассы [21, 22]. В среднем за 2018–2019 гг. относительно высокий сбор воздушно-сухого сырья 5.60 и 5.99 т/га соответственно получены у сортов Дымковский (ст.) и Кудесник (табл. 2). При разборе растительных проб данных сортов *Trifolium pratense* L. было выявлено, что высокой продуктивности способствовало увеличение следующих показателей: у сорта Дымковский – густота стеблестоя (682 шт./м²), их высота (62 см) и облиственность (54%), у сорта Кудесник – длина стеблей (59 см) и масса одного стебля (9.1 г).

Таблица 2. Сбор воздушно-сухой массы сырья и биохимический состав сортов *Trifolium pratense* L., в среднем за 2018–2019 гг.

<i>Trifolium pratense</i> L., сорт	Сбор воздушно-сухого сырья, т/га	Биохимический состав воздушно-сухого сырья, %					
		общая зола	сырой жир	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca
Дымковский – ст.	5.60±0.85	8.24±1.02	3.99±1.21	1.97±0.47	0.58±0.14	3.10±0.04	1.00±0.11
ВИК 77	4.94±0.22	8.00±0.68	3.59±1.04	1.92±0.43	0.59±0.11	2.82±0.12	1.05±0.05
Дипло	3.83±0.36	8.24±0.13	3.51±0.74	2.08±0.17	0.60±0.09	2.57±0.31	1.17±0.06
Лестрис	3.59±0.21	7.96±0.62	4.05±1.08	2.10±0.21	0.59±0.07	2.69±0.09	1.17±0.16
Ранний 2	4.36±0.34	8.24±1.27	3.85±1.31	2.03±0.37	0.64±0.19	2.97±0.40	1.03±0.24
Кудесник	5.99±0.78	8.21±1.61	3.61±1.12	1.94±0.50	0.58±0.16	3.02±0.26	1.02±0.11

Количество золы в растениях зависит как от специфики самого сырья, так и условий сбора. Зола состоит из смеси различных неорганических веществ, находящихся в самом растении (свойственных растению), и минеральных примесей (земля, песок, камешки, пыль), которые могут попасть в сырье при сборе и сушке, тем самым ухудшить его качество [23]. Содержание общей золы в исследуемых образцах *Trifolium pratense* L. в среднем за 2 года не превышало 7.96–8.24%.

Биохимический состав воздушно-сухого сырья изучаемых сортов *Trifolium pratense* L. по годам жизни отличался. Так, в засушливых условиях 2018 г. содержание сырого жира было на уровне 4.77–6.10%. В условиях влажного вегетационного периода 2019 г. содержание сырого жира снизилось до 1.78–2.24%. В среднем за два года данный показатель составил 3.51–4.05%, наибольший – 3.99 и 4.05% – у сортов Дымковский и Лестрис.

Содержание азота в растениях различно, зависит от биологических свойств, фазы развития, применяемых удобрений. В накоплении азота растениями большое значение имеет их облиственность. В наших исследованиях содержание общего азота в растениях *Trifolium pratense* L. в 2018 г. было относительно более высокое – 2.15–2.22% в сравнении с показателями 2019 г. – 1.67–2.00%. В среднем наибольшим данный показатель 2.08 и 2.10% был у сортов иностранной селекции Дипло и Лестрис при их облиственности 52 и 54% соответственно.

Содержание фосфора в растениях составляет в среднем 0.5% сухого вещества, изменяясь от 0.1 до 1.5%, и зависит от биологических особенностей культур, возраста растений, условий фосфорного питания [24]. В растительном сырье изучаемых сортов *T.pratense* содержалось 0.58–0.64% фосфора, наибольшее 0.64% отмечено в траве *T.pratense* сорта Ранний 2.

По данным научной литературы среднее содержание калия в растениях составляет около 1.0% сухого вещества, варьируя от 0.3 до 2.5% в зависимости от содержания подвижных форм, доз минеральных удобрений и извести, ботанического состава и стадии вегетации. При высокой доступности калия в почве или применения высоких доз калийных удобрений растения способны накапливать высокие концентрации (до 6%) и аккумулировать калий в тканях [24]. В наших исследованиях в растительном сырье изучаемых сортов *T.pratense* содержалось 2.57–3.10% калия, наибольшее 3.10 и 3.02% отмечено в траве *T.pratense* сорта Дымковский и Кудесник.

Trifolium pratense L. относится к растениям, «любящим» кальций, способен накапливать достаточно высокое его количество до 1.9% в сухом веществе, но на его содержание влияют абиотические факторы. Отмечено более высокое содержание кальция в растениях в сухой вегетационный период, чем в сезоны вегетации с избытком осадков [24]. В засушливом 2018 г. содержание Ca в растениях *T. pratense* было на уровне 0.95–1.25%, в переувлажненном 2019 г. – 0.93–1.14%. По данному показателю 1.17% выделились сорта Дипло и Лестрис.

При определении основных групп БАВ на хроматографе раствора испытуемого образца в УФ-свете при длине волны 254 нм должны обнаруживаться зоны адсорбции с R_s по биоханину А: 0.4±0.1; 0.9±0.2; 1.0±0.1 (биоханин А); 1.8±0.4. Допускается обнаружение других зон. По данным отдела контроля качества ЗАО «Эвалар» в растительных образцах изучаемых сортов *Trifolium pratense* L. обнаружены зоны адсорбции с R_s по биоханину А: 0.3; 0.8–0.9; 1.0–1.1 (биоханин А); 1.6–1.7. Обнаружены также другие зоны (табл. 3).

Содержание суммы флавоноидов в траве растений колеблется от 2.8 до 5.6% [25, 26]. По данным И.С. Коноваленко, Н.П. Половко, Н.Ю. Бевз [27], в растительном сырье *Trifolium pratense* L. (соцветия) данный показатель составлял 0.58±0.01%. В исследуемых растительных образцах изучаемых нами сортов *Trifolium pratense* L. содержание суммы флавоноидов в перерасчете на рутин было на уровне 1.3–2.4%, наибольшее – 2.4% – у сорта иностранной селекции Лестрис.

Таблица 3. Содержание БАВ в растительном сырье сортов *Trifolium pratense* L., 27.08.2018 г. (по данным отдела контроля качества ЗАО «Эвалар»)

<i>Trifolium pratense</i> L., сорт	Определение основных групп БАВ (ТСХ)	Содержание суммы флавоноидов в перерасчете на рутин, %
Клевер луговой, сорт Дымковский	обнаружены зоны адсорбции с Rs по биоханину А: 0.3; 0.8; 1.0 (биоханин А); 1.6. Обнаружение других зон	1.4
Клевер луговой, сорт ВИК 77	обнаружены зоны адсорбции с Rs по биоханину А: 0.3; 0.9; 1.1 (биоханин А); 1.6. Обнаружение других зон	1.5
Клевер луговой, сорт Дипло	обнаружены зоны адсорбции с Rs по биоханину А: 0.3; 0.9; 1.0 (биоханин А); 1.7. Обнаружение других зон	1.6
Клевер луговой, сорт Лестрис	обнаружены зоны адсорбции с Rs по биоханину А: 0.3; 0.9; 1.1 (биоханин А); 1.6. Обнаружение других зон	2.4
Клевер луговой, сорт Ранний 2	обнаружены зоны адсорбции с Rs по биоханину А: 0.3; 0.9; 1.0 (биоханин А); 1.6. Обнаружение других зон	1.3
Клевер луговой, сорт Кудесник	обнаружены зоны адсорбции с Rs по биоханину А: 0.3; 0.8; 1.0 (биоханин А); 1.6. Обнаружение других зон	1.5

Выводы

Таким образом, в среднем за 2 года исследования по сбору воздушно-сухого сырья 5.60 и 5.99 т/га выделены сорта *Trifolium pratense* L. Дымковский и Кудесник. В растительном сырье сортов содержалось 3.51–4.05% сырого жира, 1.92–2.08% азота, 0.58–0.64% фосфора, 2.57–3.10% калия и 1.00–1.17% кальция, что позволяет рассматривать *T. pratense* в качестве перспективного источника данных биологически активных веществ. Наибольшее содержание азота и кальция было отмечено у сортов Дипло и Лестрис, калия – у сортов Дымковский и Кудесник, фосфора – у сорта Ранний 2. Содержание суммы флавоноидов в перерасчете на рутин в исследуемых растительных образцах клевера лугового было на уровне 1.3–2.4%, наибольшее – у сорта Лестрис.

Список литературы

1. Бабаскин В.С., Барабанов Е.И., Бабаскина Л.И. Химический состав и биологическая активность растений видов рода клевер (*Trifolium pratense* L.) // Фармация. 1989. №3. С. 78–82.
2. Гаммерман А.Ф., Гором И.И. Дикорастущие лекарственные растения СССР. М., 1976. 288 с.
3. Касаткина Н.И., Фатыхов И.Ш. Приемы возделывания многолетних бобовых трав в Среднем Предуралье: монография. Ижевск, 2008. 239 с.
4. Сапрыкин С.В., Золотарев В.Н., Иванов И.С., Степанова Г.В., Сапрыкина Н.В., Лабинская Р.М. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России: научное издание. Воронеж, 2020. 496 с.
5. Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Травы в системе кормопроизводства: монография. Екатеринбург, 2018. 784 с.
6. Гагиева Л.Ч., Созанов Ц.У., Караев К.Г. Результаты идентификации органических компонентов в траве *Trifolium pratense* L. // Известия Горского ГАУ. 2017. Т. 54. №3. С. 184–188.
7. Коломиец Н.Э., Полуэктова Т.В., Федько И.В., Абрамец Н.Ю., Смолякова И.М., Авдеев С.Н. Растения как источники элементов, необходимых для здоровья костей и суставов // Фундаментальные исследования. 2014. №8-7. С. 1635–1639.
8. Сюткина А.И. Трава клевера как перспективный источник лекарственного растительного сырья // Молодой ученый. 2015. №11 (91). С. 719–721.
9. Дикке Г.Б. Фитоэстрогены экстракта красного клевера: механизм действия и клиническая эффективность // Consilium Medicum. 2020. №22 (6). С. 19–24. DOI: 10.26442/20751753.2020.6.200249.
10. Пехова О.А., Тимашева Л.А., Данилова И.Л., Белова И.В. Особенности накопления биологически активных веществ в растениях *Elsholtzia stautonii* Benth., выращиваемых в предгорной зоне Крыма // Аграрный вестник Урала. 2020. №11 (202). С. 76–84. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-76-84.
11. Yoon G., Park S. Antioxidant action of soy isoflavones on oxidative stress and antioxidant enzyme activities in exercised rats // Nutr. Res. Practice. 2014. Vol. 8 (6). P. 618. DOI: 10.4162/nrp.2014.8.6.618.
12. Дренин А.А., Ботиров Э.Х. Флавоноиды и изофлавоноиды растений рода *Trifolium* L. Структурное разнообразие и биологическая активность // Химия растительного сырья. 2017. №3. С. 39–53. DOI: 10.14258/jcrpm.2017031646.
13. Герасимов С.А., Полонский В.И., Сумина А.В., Суринов Н.А., Липшин А.Г., Зюте С.А. Влияние генотипа и условий выращивания овса на содержание биологически активных компонентов в зерне // Химия растительного сырья. 2020. №2. С. 65–71. DOI: 10.14258/jcrpm.2020025515.

14. Гореева В.Н., Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш. Изменение элементного состава семян льна масличного ВНИИМК 620 под влиянием абиотических условий // Проблемы агрохимии и экологии. 2020. №1. С. 62–66. DOI: 10.26178/AE.2020.2019.4.014.
15. Медведев В.В., Хакимова Е.И., Фатыхов И.Ш., Вафина Э.Ф. Биохимический состав сухого вещества надземной биомассы и семян рапса // Вестник Казанского ГАУ. 2020. №2 (58). С. 29–34. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-29-34.
16. Храмова Е.П., Боголюбова Е.В., Кукушкина Т.А., Шалдаева Т.М., Зверева Г.К. Фитохимическая характеристика и антиоксидантные свойства *Trifolium pannonicum* Jacq. сорта Премьер в лесостепи Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2020. №2. С. 149–158. DOI: 10.14258/jcrpm.2020026023.
17. Шплис О.Н., Коломиец Н.Э., Абрамец Н.Ю., Дайбова Е.Б., Бондарчук Р.А., Марьин А.А., Смолякова И.М., Авдеев С.Н. Элементный состав лядвенца рогатого дикорастущего и культивируемого в условиях подтаежной зоны Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 237–244. DOI: 10.14258/jcrpm.2020016124.
18. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1997. 156 с.
19. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Физико-химические методы анализа кормов. М., 2014. 344 с.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 416 с.
21. Переправо Н.И., Косолапов В.М., Золотарев В.Н., Шевцов А.В. Современное состояние и основные направления развития травосеяния и семеноводства кормовых трав в России // Адаптивное кормопроизводство. 2014. №1. С. 12–21.
22. Ковалевская Л.И., Бушуева В.И. Изменчивость морфологических и хозяйственно-полезных признаков у клевера лугового и ее использование в селекции // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. №3. С. 74–78.
23. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Чупандина Е.Е., Гапонов С.П. Выявление допустимых зон заготовки лекарственного растительного сырья вблизи транспортных магистралей // Химия растительного сырья. 2020. №4. С. 179–186. DOI: 10.14258/jcrpm.2020047609.
24. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография. М., 2019. 272 с.
25. Куркин В.А., Куркина А.В., Авдеева Е.В. Флавоноиды как биологически активные соединения лекарственных растений // Фундаментальные исследования. 2013. №11. С. 1897–1901.
26. Křížová L., Dadáková K., Kašparovská J., Kašparovský T. Isoflavones // Molecules. 2019. Vol. 24 (6). P. 1076. DOI: 10.3390/molecules24061076.
27. Коноваленко И.С., Половко Н.П., Бевз Н.Ю. Разработка методик контроля качества настоев из гинекологического лекарственного растительного сбора // Norwegian journal of development of the international science. 2019. Vol. 10-3 (35). Pp. 43–48.

Поступила в редакцию 23 марта 2021 г.

После переработки 13 апреля 2021 г.

Принята к публикации 23 ноября 2021 г.

Для цитирования: Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Биохимическая характеристика сортов *Trifolium pratense* L. в условиях Удмуртской Республики // Химия растительного сырья. 2022. №1. С. 261–268. DOI: 10.14258/jcrpm.2022019350.

*Kasatkina N.I.**, *Nelyubina Zh.S.* BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *TRIFOLIUM PRATENSE* L. VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE UDMURT REPUBLIC

Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. T. Baramzinoy, 34, Izhevsk, 426067 (Russia), e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

The aim of the study was to conduct a comparative biochemical study of plant raw materials of different varieties of *Trifolium pratense* L. and identification of the most valuable for cultivation in the Udmurt Republic. The objects of the study were 6 varieties of *Trifolium pratense* L. of Russian and foreign selection. On average, over 2 (2018–2019) years of research, the varieties of *Trifolium pratense* L. Dymkovsky and Kudesnik were distinguished by the collection of dry aboveground biomass 5.60 and 5.99 t/ha. The plant raw materials of the studied varieties of *Trifolium pratense* L. contained 3.5–4.1% crude fat, 1.87–2.26% nitrogen, 0.58–0.64% phosphorus, 2.57–3.10% potassium and 1.00–1.17% calcium, which allows us to consider it as a promising source of these elements. The highest content of nitrogen and calcium was observed in the Diplo and Lestris varieties, potassium - in the Dymkovsky and Kudesnik varieties, and phosphorus-in the Rannij 2 variety. The content of the flavonoids sum in terms of rutin in the studied plant samples of *Trifolium pratense* L. was at the level of 1.3–2.4%, the highest - in the variety of foreign selection Lestris.

Keywords: *Trifolium pratense* L., meadow clover varieties, air-dry raw materials, biochemical composition, flavonoids.

References

1. Babaskin B.C., Barabanov Ye.I., Babaskina L.I. *Farmatsiya*, 1989, no. 3, pp. 78–82. (in Russ.).
2. Gammerman A.F., Gorom I.I. *Dikorastushchiye lekarstvennyye rasteniya SSSR*. [Wild medicinal plants of the USSR]. Moscow, 1976, 288 p. (in Russ.).
3. Kasatkina N.I., Fatykhov I.Sh. *Priyomy vozdeleyvaniya mnogoletnikh bobovykh trav v Srednem Predural'ye: monografiya*. [Methods of cultivation of perennial leguminous grasses in the Middle Cis-Urals: a monograph]. Izhevsk, 2008, 239 p. (in Russ.).
4. Saprykin S.V., Zolotarev V.N., Ivanov I.S., Stepanova G.V., Saprykina N.V., Labinskaya R.M. *Nauchnyye osnovy seleksii i semenovodstva mnogoletnikh trav v Tsentral'no-Chernozemnom regione Rossii: nauchnoye izdaniye*. [Scientific bases of selection and seed production of perennial grasses in the Central Black Earth region of Russia: scientific edition]. Voronezh, 2020, 496 p. (in Russ.).
5. Nagibin A.Ye., Tormozin M.A., Zyryantseva A.A. *Travy v sisteme kormoproizvodstva: monografiya*. [Herbs in the feed production system: monograph]. Yekaterinburg, 2018, 784 p. (in Russ.).
6. Gagiyeva L.Ch., Sozanov Ts.U., Karayev K.G. *Izvestiya Gorskogo GAU*, 2017, vol. 54, no. 3, pp. 184–188. (in Russ.).
7. Kolomiyets N.E., Poluektova T.V., Fed'ko I.V., Abramets N.Yu., Smolyakova I.M., Avdeyenko S.N. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2014, no. 8-7, pp. 1635–1639. (in Russ.).
8. Syutkina A.I. *Molodoy uchenyy*, 2015, no. 11 (91), pp. 719–721. (in Russ.).
9. Dikke G.B. *Consilium Medicum*, 2020, no. 22 (6), pp. 19–24. DOI: 10.26442/20751753.2020.6.200249. (in Russ.).
10. Pekhova O.A., Timasheva L.A., Danilova I.L., Belova I.V. *Agrarnyy vestnik Urala*, 2020, no. 11 (202), pp. 76–84. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-11-76-84. (in Russ.).
11. Yoon G., Park S. *Nutr. Res. Practice*, 2014, vol. 8 (6), p. 618. DOI: 10.4162/nrp.2014.8.6.618.
12. Drenin A.A., Botirov E.Kh. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 3, pp. 39–53. DOI: 10.14258/jcprm.2017031646. (in Russ.).
13. Gerasimov S.A., Polonskiy V.I., Sumina A.V., Surin N.A., Lipshin A.G., Zyute S.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 2, pp. 65–71. DOI: 10.14258/jcprm.2020025515. (in Russ.).
14. Goreyeva V.N., Korepanova Ye.V., Fatykhov I.Sh. *Problemy agrokhimii i ekologii*, 2020, no. 1, pp. 62–66. DOI: 10.26178/AE.2020.2019.4.014. (in Russ.).
15. Medvedev V.V., Khakimova Ye.I., Fatykhov I.Sh., Vafina E.F. *Vestnik Kazanskogo GAU*, 2020, no. 2 (58), pp. 29–34. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-29-34. (in Russ.).
16. Khranova Ye.P., Bogolyubova Ye.V., Kukushkina T.A., Shaldayeva T.M., Zvereva G.K. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 2, pp. 149–158. DOI: 10.14258/jcprm.2020026023. (in Russ.).
17. Shplis O.N., Kolomiyets N.E., Abramets N.Yu., Daybova Ye.B., Bondarchuk R.A., Mar'in A.A., Smolyakova I.M., Avdeyenko S.N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 1, pp. 237–244. DOI: 10.14258/jcprm.2020016124. (in Russ.).
18. *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami*. [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, 1997, 156 p. (in Russ.).
19. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolopova V.G. *Fiziko-khimicheskiye metody analiza kormov*. [Physical and chemical methods of feed analysis]. Moscow, 2014, 344 p. (in Russ.).
20. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experience]. Moscow, 1985, 416 p. (in Russ.).
21. Perepravo N.I., Kosolapov V.M., Zolotarev V.N., Shevtsov A.V. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo*, 2014, no. 1, pp. 12–21. (in Russ.).
22. Kovalevskaya L.I., Bushuyeva V.I. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2016, no. 3, pp. 74–78. (in Russ.).

* Corresponding author.

23. D'yakova N.A., Slivkin A.I., Chupandina Ye.Ye., Gaponov S.P. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 4, pp. 179–186. DOI: 10.14258/jcprm.2020047609. (in Russ.).
24. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. *Mineral'nyye elementy v kormakh i metody ikh analiza: monografiya*. [Mineral elements in feed and methods of their analysis: monograph]. Moscow, 2019, 272 p. (in Russ.).
25. Kurkin V.A., Kurkina A.V., Avdeyeva Ye.V. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2013, no. 11, pp. 1897–1901. (in Russ.).
26. Křížová L., Dadáková K., Kašparovská J., Kašparovský T. *Molecules*, 2019, vol. 24 (6), p. 1076. DOI: 10.3390/molecules24061076.
27. Konovalenko I.S., Polovko N.P., Bezv N.Yu. *Norwegian journal of development of the international science*, 2019, vol. 10-3 (35), pp. 43–48. (in Russ.).

Received March 23, 2021

Revised April 13, 2021

Accepted November 23, 2021

For citing: Kasatkina N.I., Nelyubina Zh.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 1, pp. 261–268. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2022019350.