

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ И ЗАПАСЫ СЫРЬЯ *TRIFOLIUM PRATENSE* (FABACEAE) В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

© 2021 г. Н. Б. Прохоренко^{1, *}, Л. Р. Кадырова¹, Г. В. Демина¹, О. А. Тимофеева¹

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

*e-mail: nbprokhorenko@mail.ru

Поступила в редакцию 19.02.2020 г.

После доработки 21.08.2020 г.

Принята к публикации 10.12.2020 г.

Исследованы 8 ценопопуляций *Trifolium pratense* L. из разных местообитаний на территории Республики Татарстан. В работе приводятся результаты анализа связи морфоструктурных параметров растений, потенциальной и реальной семенной продуктивности и запасов фитомассы с величиной экологических факторов. Установлено, что в пределах Республики Татарстан на свежих со средним содержанием минерального азота почвах (юго-запад подтаежной подзоны и юг широколиственной подзоны) ценопопуляции *T. pratense* имеют сравнительно низкую плотность и преимущественно состоят из генеративных растений высокого морфологического статуса. В условиях сухих периодически свежих с низким содержанием азота почв (отмеченных в центре широколиственной подзоны и на западе лесостепной подзоны) формируются ценопопуляции *T. pratense* высокой плотности, состоящие из генеративных и молодых вегетативных растений, причем генеративные растения имеют средний морфологический статус. В ценопопуляциях *T. pratense* высокой плотности выявлена наибольшая урожайность воздушно-сухой надземной фитомассы (около 413–432 кг/га), что позволяет рекомендовать их для заготовки растительного сырья.

Ключевые слова: *Trifolium pratense* L., плотность ценопопуляций, морфологические параметры, фитомасса, семенная продуктивность, экологические факторы, Республика Татарстан

DOI: 10.31857/S0033994621010106

Клевер луговой *Trifolium pratense* L. — многолетний летнезеленый или летне-зимнезеленый травянистый стержнекорневой с многоглавым каудексом симподиально нарастающий поликарпик с полурозеточным прямостоячим или приподнимающимся побегом [1, 2]. *T. pratense* имеет Евро-Западно-Азиатский ареал, в пределах которого широко распространен в составе луговых и опушечных сообществ, а также по сорным местам и у дорог [1, 3]. Данный вид — ценное кормовое и пищевое, медоносное, красильное и лекарственное растение, используемое в народной медицине. В его надземных органах накапливаются тритерпеноиды, каротиноиды, кумарины, антоцианы, высшие жирные кислоты (пальмитиновая, олеиновая, стеариновая и др.) и их производные, бензол, фенолы, фенолкарбоновые кислоты и их производные, флавоноиды и изофлавоноиды (всего 96 соединений), а также некоторые другие вещества [4–6]. Экспериментально показано, что флавоноиды, накапливающиеся в траве *T. pratense*, оказывают антиаритмическое и антигипертензивное действие [5], изофлавоны замедляют процесс старения кожи, т.к. стимулируют активность

остеобластов, оказывают положительное влияние на уровень холестерина [4]. Кроме того, экстракт *T. pratense* при клинических испытаниях обнаруживает эстрогенную и антиоксидантную активность [7, 8], что доказывает его эффективность при лечении симптомов менопаузы. Как показывают исследования, благодаря фитохимическому составу водные и этилацетатные экстракты листьев *T. pratense* эффективно защищают ткани от окислительного стресса, поэтому данный вид можно рассматривать как важный источник биологически активных природных соединений и использовать в качестве пищевой добавки или лечебного средства [9].

В разных местообитаниях виды растений имеют специфическую структуру популяций, семенную продуктивность и интенсивность роста, что отражает определенную степень пластичности вида [10]. При характеристике ресурсов дикорастущих лекарственных растений какого-либо региона важным аспектом исследований выступает анализ структуры их ценопопуляций и урожайности в различных эколого-ценотических усло-

виях [11–13]. Это позволяет выявить растительные сообщества, в составе которых ценопопуляции лекарственных растений можно рекомендовать для сбора лекарственного сырья, а также получения семенной продукции, необходимой для возделывания или реинтродукции.

Республика Татарстан (РТ) охватывает четыре ландшафтные подзоны: южно-таежную и подтаежную подзоны в составе бореальной ландшафтной зоны, широколиственную и лесостепную подзону в составе суббореальной северной семигумидной ландшафтной зоны [14]. При этом в пределах РТ площадь лесостепной подзоны наибольшая и составляет около 35 000 км², подтаежной и широколиственной — около 14 000 км² каждая, южнотаежной — 5000 км². В связи с разнообразием ландшафтных подзон на территории РТ актуальны исследования структурного и экологического разнообразия природных ценопопуляций хозяйственно значимых растений, а также механизмов их адаптаций к среде обитания. *T. pratense* широко распространен в составе различных ландшафтов в фитоценозах открытого и полуоткрытого типа и имеет перспективы использования в качестве лекарственного растительного сырья.

Задачи настоящего исследования — выявить экологические характеристики местообитаний *T. pratense*, плотность и структуру его ценопопуляций, семенную продуктивность, а также запасы фитомассы на территории РТ с целью определения наиболее оптимальных условий для формирования высоко продуктивных ценопопуляций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводился в вегетационные периоды 2018–2019 гг. на территории 5 административных р-нов РТ: Высокогорского, Зеленодольского, Лаишевского, Тетюшского и Спасского. В различных природно-климатических условиях на западе РТ в радиусе около 150 км были исследованы 8 ценопопуляций (ЦП) *Trifolium pratense* (рис. 1). ЦП 1 (Высокогорский р-н) располагается в южно-таежной ландшафтной подзоне, ЦП 2 и 3 (Зеленодольский р-н) — в подтаежной подзоне, ЦП 4 и 5 (Лаишевский р-н), ЦП 6 (Тетюшский р-н) и 7 (Камско-Устьинский р-н) — в широколиственной подзоне. При этом ЦП 6 (Тетюшский р-н) находится на границе с подзоной лесостепи, а ЦП 8 (Спасский р-н) располагается на территории лесостепной подзоны. В каждом из сообществ с участием *T. pratense* закладывалось 5 площадок размером 1 × 1 м², на которых выкапывались все растения *T. pratense* для гербаризации и дальнейшего морфометрического анализа. Геоботанические описания растительных сообществ

проводились на площади 200–500 м² в соответствии с методическими рекомендациями [16].

Оценку условиям местообитания *T. pratense* проводили индикаторными методами по 6 действующим факторам среды с использованием 6 оптимумных экологических шкал Г. Элленберга: освещенность (*L*), температурный режим (*T*), континентальность климата (*K*), влажность почвы (*F*), кислотность почвы (*R*), богатство почвы азотом (*N*) [17, 18]. Значения экологических факторов для местообитания каждой ЦП рассчитывали в программе EcoScaleWin по видовому составу сообществ и обилию видов в них [19, 20].

В процессе морфологического исследования у высушенных генеративных растений определялись следующие параметры: количество генеративных побегов на растении (*NG*), их высота (*H*), общее число соцветий (*NF*), воздушно-сухая фитомасса надземных побегов (*W*), фитомасса репродуктивных органов (*WG*), фитомасса листьев (*WL*), репродуктивное усилие ($RE = WG/W$) и фотосинтетическое усилие ($LWR = WL/W$). Коэффициент продуктивности в разных эколого-ценотических условиях рассчитывали как соотношение между количеством выполненных семян и заложившихся семязачатков, исходя из значений потенциальной и реальной семенной продуктивности соцветия (ПСП и РСП) [21].

При оценке онтогенетического состояния растений учитывали разработки Н.П. Крылова и Т.А. Работнова [22]. Плотность ЦП определяли на метровых площадках, встречаемость — на 10 м трансектах в пределах обследованной площади сообщества. Урожайность в разных местообитаниях определяли путем суммирования воздушно-сухой надземной фитомассы генеративных растений, собранных с 5-метровых площадок.

Все морфометрические данные и значения плотности обработаны статистически в программе Excel с определением среднего и его ошибки, стандартного отклонения и коэффициента вариации. Достоверность различий между средними значениями оценивали с помощью критерия Стьюдента при 5% уровне значимости. Объем выборок исследуемых ЦП составил от 12 до 43 растений. Для всех рассматриваемых факторов среды, морфометрических и популяционных параметров рассчитаны коэффициенты корреляции (*R*) с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS.

Латинские названия растений в работе приводятся в соответствии с международной базой данных The Plant List [23].

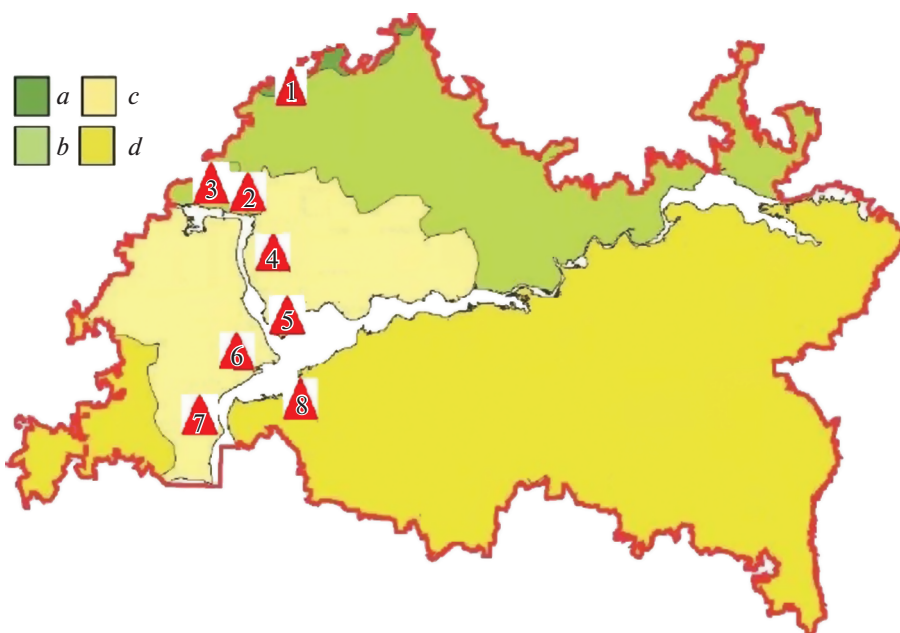


Рис. 1. Расположение исследованных ЦП (1–8) в разных ландшафтных подзонах Республики Татарстан. Карта ландшафтного районирования [15]: *a* – южно-таежная ландшафтная подзона, *b* – подтаежная ландшафтная подзона, *c* – широколиственная ландшафтная подзона, *d* – лесостепная ландшафтная подзона.
Fig. 1. The location of the studied coenopopulations (1–8) in different landscape subzones of the Republic of Tatarstan. Map of landscape zoning [15]: *a* – south taiga landscape subzone, *b* – coniferous-deciduous landscape subzone, *c* – broadleaf landscape subzone, *d* – forest-steppe landscape subzone.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно геоботаническим описаниям, исследуемые ЦП *Trifolium pratense* входят в состав опушечных сообществ (ЦП 1–3), вторичных вейниково-разнотравных (ЦП 4, 5), овсяницево-разнотравных (ЦП 6, 7) и остепненных овсяницево-разнотравных (ЦП 8) лугов (табл. 1). В данных фитоценозах частное проективное покрытие *T. pratense* варьирует в пределах 15–35%. В соответствии с почвенным районированием территории РТ [14] ЦП 1–3 распространены на дерново-подзолистых почвах, ЦП 4–7 – на темно-серых лесных и серых лесных почвах, ЦП 8 – на светло-серых лесных почвах.

Согласно расчету значений экологических факторов на основе шкал Г. Элленберга для местообитаний исследованных ЦП *T. pratense* характерны следующие параметры: освещенность 50% и более от полной ($L = 7.03–7.74$), климат умеренно теплый ($T = 5.65–6.09$) от субокеанического до слабо субконтинентального ($K = 4.03–4.77$), почвы от сухих периодически свежих до свежих ($F = 3.78–4.87$), нейтральные или слабокислые ($R = 6.01–7.36$), бедные или со средним содержанием минерального азота ($N = 3.28–5.45$) (табл. 2).

Наиболее сухие почвы характеризуются сравнительно низким содержанием минерального азота, между этими параметрами отмечена высокая положительная корреляция ($R = 0.93$). В фи-

тоценозах с участием *T. pratense* наибольшее варьирование характерно для параметров почвы. Анализ значений экологических факторов показал, что наименьшее увлажнение почв (сухие периодически свежие) и низкое содержание в них азота отмечено в местообитаниях ЦП 4, 5 (*Calamagrostetum varioherbosum*, широколиственная подзона) и ЦП 8 (*Valesiaca festucetum varioherbosum*, лесостепная подзона). Свежие почвы со средним содержанием азота и преимущественно слабокислой реакцией выявлены в местообитаниях ЦП 1 (опушка сообщества *Quercus-Tilietum nemoroherbosum*, южнотаежная подзона), ЦП 2, 3 (опушка сообщества *Quercus-Tilietum nemoroherbosum*, подтаежная подзона), а также ЦП 6, 7 (*Festucetum varioherbosum*, широколиственная подзона).

Согласно полученным данным, у генеративных растений *T. pratense* в среднем формируется 3–7 генеративных побегов, средняя высота которых в разных районах РТ варьирует от 29 (ЦП 6) до 48 см (ЦП 2) (табл. 3, 4). При этом в разных условиях произрастания на одном растении может формироваться в среднем от 3 (ЦП 8) до 17 (ЦП 3) соцветий. Средние значения общей надземной фитомассы генеративных растений варьирует от 2.4 (ЦП 5) до 8.5 г (ЦП 3). Доля листьев в составе общей фитомассы растения (LWR) составляет в среднем от 0.22 до 0.36, в то время как репродуктивное усилие (RE) находится в пределах 0.18–0.29.

Таблица 1. Особенности исследованных фитоценозов в разных ландшафтных районах на территории Республики Татарстан
Table 1. Features of the studied phytocoenoses from different landscape subzones of the Republic of Tatarstan

Ландшафтная подзона/ЦП Landscape subzones / Coenopopulation (CP)	Ассоциация Association	Проективное покрытие, %/ Projective cover, %/ Number of species	Доминирующие виды (проективное покрытие > 12%) Dominant species (projective cover > 12%)
Южнотаежная/ЦП 1 South taiga/CP 1 56°24'54" с.ш./N 49°11'05" в.д./E	Опушка Quercus-Tilietum nemoroherbosum (восточная экспозиция) Quercus-Tilietum nemoroherbosum edge (eastern exposure)	85/36	<i>Pimpinella saxifraga</i> L. (50%), <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall. (50%); <i>Bromus inermis</i> Leyss., <i>Centaurea jacea</i> L., <i>Cichorium intybus</i> L., <i>Clinopodium vulgare</i> L., <i>Fragaria vesca</i> L., <i>Taraxacum officinale</i> (L.) Webb ex F.H. Wigg., <i>Trifolium hybridum</i> L., <i>Trifolium pratense</i> L. (15%), <i>Trifolium repens</i> L.
Подтаежная/ЦП 2 Coniferous-deciduous/CP 2 55°83'68" с.ш./N 48°78'53" в.д./E	Опушка Quercus-Tilietum nemoroherbosum (южная экспозиция) Quercus-Tilietum nemoroherbosum edge (southern exposure)	90/49	<i>Dactylis glomerata</i> L. (55%), <i>Festuca pratensis</i> Huds. (45%) <i>Berteroa incana</i> (L.) DC., <i>Campanula patula</i> L., <i>Dianthus deltoides</i> L., <i>Galium mollugo</i> L., <i>Lathyrus pratensis</i> L., <i>Plantago major</i> L., <i>Stellaria graminea</i> L., <i>Trifolium hybridum</i> L., <i>Trifolium pratense</i> L. (15%), <i>Trifolium repens</i> L.
Подтаежная/ЦП 3 Coniferous-deciduous /CP 3 55°84'34" с.ш./N 48°73'90" в.д./E	Опушка Quercus-Tilietum nemoroherbosum (южная экспозиция) Quercus-Tilietum nemoroherbosum edge (southern exposure)	85/53	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth (40%), <i>Trifolium pratense</i> L. (25%), <i>Achillea millefolium</i> L., <i>Cichorium intybus</i> L., <i>Dactylis glomerata</i> L., <i>Festuca pratensis</i> Huds., <i>Leontodon autumnalis</i> L., <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., <i>Medicago sativa</i> L., <i>Plantago major</i> L., <i>Silene viscaria</i> (L.) Borkh., <i>Taraxacum officinale</i> (L.) Webb ex F.H. Wigg., <i>Trifolium medium</i> L., <i>Trifolium repens</i> L., <i>Vicia sepium</i> L.
Широколиственная/ЦП 4 Broadleaf/CP 4 55°53'60" с.ш./N 49°13'77" в.д./E	Calamagrostetum varioherbosum	90/36	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth (70%), <i>Trifolium pratense</i> L. (25%), <i>Centaurea scabiosa</i> L., <i>Convolvulus arvensis</i> L., <i>Equisetum arvense</i> L., <i>Eryngium planum</i> L., <i>Leontodon hispidus</i> L., <i>Pimpinella saxifraga</i> L., <i>Poa angustifolia</i> L., <i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.

Таблица 1. Окончание

Ландшафтная подзона/ЦП Landscape subzones / Coenopopulation (CP)	Ассоциация Association	Проективное покрытие, %/ количество видов Projective cover, %/ Number of species	Доминирующие виды (проективное покрытие > 12%) Dominant species (projective cover > 12%)
Широколиственная/ЦП 5 Broadleaf/CP 5 55°28'99" с.ш./N 49°37'23" в.д./E	Calamagrostetum varioherbosum	65/35	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth (35%), <i>Trifolium pratense</i> L. (25%), <i>Dianthus fischeri</i> Spreng., <i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin, <i>Fragaria viridis</i> Weston, <i>Hypericum perforatum</i> L., <i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam. (50%), <i>Pimpinella saxifraga</i> L., <i>Prunella vulgaris</i> L.
Широколиственная/ЦП 6 Broadleaf/CP 6 55°16'50" с.ш./N 48°96'07" в.д./E	Festucetum varioherbosum	70/27	<i>Festuca pratensis</i> Huds. (50%), <i>Trifolium pratense</i> L. (30%), <i>Astragalus cicer</i> L., <i>Carduus crispus</i> Guirão ex Nyman, <i>Fragaria viridis</i> Weston, <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult., <i>Lavatera thuringiaca</i> L., <i>Lotus corniculatus</i> L., <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall., <i>Plantago lanceolata</i> L., <i>Potentilla argentea</i> L., <i>Trifolium repens</i> L.
Широколиственная/ЦП 7 Broadleaf /CP 7 54°92'15" с.ш./N 48°81'85" в.д./E	Festucetum varioherbosum	60/20	<i>Festuca pratensis</i> Huds. (45%), <i>Trifolium pratense</i> L. (35%), <i>Achillea millefolium</i> L., <i>Medicago sativa</i> L., <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall., <i>Phleum pratense</i> L., <i>Rumex confertus</i> Willd., <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip., <i>Trifolium repens</i> L.
Лесостепная/ЦП 8 Forest-steppe/CP 8 54°97'86" с.ш./N 49°04'93" в.д./E	Valesiaca festucetum varioherbosum	90/26	<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin (45%), <i>Trifolium pratense</i> L. (35%), <i>Achillea millefolium</i> L., <i>Artemisia campestris</i> L., <i>Astragalus cicer</i> L., <i>Cichorium intybus</i> L., <i>Medicago falcata</i> L., <i>Plantago lanceolata</i> L., <i>Plantago media</i> L., <i>Poa angustifolia</i> L., <i>Scabiosa ochroleuca</i> L.

Таблица 2. Характеристика местообитаний *Trifolium pratense* в Республике Татарстан по экологическим шкалам Г. Элленберга**Table 2.** Characteristics of *Trifolium pratense* habitats in the Republic of Tatarstan according to Ellenberg ecological indicator values

Ландшафтная подзона/ЦП Landscape subzones/ Coenopopulation (CP)	Значения экологических факторов (баллы) Values of ecological indicators (points)					
	<i>L</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>F</i>	<i>R</i>	<i>N</i>
Южнотаежная/ЦП 1 South taiga/CP 1	7.46	5.92	4.51	4.41	7.36	4.75
Подтаежная/ЦП 2 Coniferous-deciduous/CP 2	7.03	5.65	4.03	4.87	6.01	5.22
Подтаежная/ЦП 3 Coniferous-deciduous/CP 3	7.2	5.72	4.28	4.76	6.31	5.06
Широколиственная/ЦП 4 Broadleaf/CP 4	7.37	5.76	4.3	3.78	7.04	3.36
Широколиственная/ЦП 5 Broadleaf/CP 5	7.28	5.95	4.2	3.93	6.85	3.5
Широколиственная/ЦП 6 Broadleaf/CP 6	7.42	5.98	4.21	4.3	7.1	4.46
Широколиственная/ЦП 7 Broadleaf subzone/CP 7	7.74	5.94	4.67	4.57	7.1	5.45
Лесостепная/ЦП 8 Forest-steppe/CP 8	7.44	6.09	4.77	3.99	7.17	3.28

Примечание: *L* — освещенность, *T* — температурный режим, *K* — континентальность климата, *F* — влажность почвы, *R* — кислотность почвы, *N* — богатство почвы азотом.

Note: *L* — light availability, *T* — temperature condition, *K* — climatic continentality, *F* — soil moisture, *R* — soil acidity, *N* — soil richness with nitrogen.

Согласно значениям коэффициента вариации, в наименьшей степени варьирует высота растения ($V = 20\text{--}40\%$). Вариабельность остальных параметров выше 40% . Пределы изменчивости числа генеративных побегов (NG) в большинстве случаев составляют $40\text{--}70\%$, числа соцветий (NF) и общей фитомассы (W) — $53\text{--}98\%$, массы листьев (WL) и массы соцветий (WG) — $65\text{--}99\%$.

Генеративные растения *T. pratense* на свежих почвах со средним содержанием минерального азота в ЦП 2, 3 (подтаежная подзона) и ЦП 6 (юг широколиственной подзоны) отличаются более высоким морфологическим статусом. Так, в ЦП 2, 3, 6 по сравнению с ЦП 4, 5 достоверно выше количество побегов у растений (в 2.5–3.5 раза) и общая надземная фитомасса (в 1.8–4 раза). В ЦП 3 число соцветий (головок) в 1.7–5.7 раз превышает соответствующее значение в ЦП 4, 5, 8. ЦП 4, 5, 8, распространенные в условиях наименьшего увлажнения и минерального богатства почв оказались наименее продуктивными (табл. 4).

Общая надземная фитомасса растения имеет закономерную положительную корреляцию с числом генеративных побегов ($R = 0.97$; $p < 0.05$), массой репродуктивных органов ($R = 0.84$; $p < 0.05$) и массой листьев ($R = 0.99$; $p < 0.05$). Сравнение изменчивости значений влажности (F) и богатства (N) почвы по шкалам Г. Элленберга с показа-

телем общей надземной фитомассы растений *T. pratense* в разных ЦП показало, что уменьшение влажности и обеспеченности почвы минеральным азотом приводит к снижению их фитомассы в ЦП 4, 5, 8 (рис. 2). Это подтверждается и выявленной положительной корреляцией между общей фитомассой и балльной оценкой влажности почвы ($R = 0.86$; $p < 0.05$). Сходная закономерность выявлена в отношении связи количества генеративных побегов на растении и массы репродуктивных органов с уровнем влажности почвы (соответственно $R = 0.78$ и 0.86 ; $p < 0.05$).

Встречаемость *T. pratense* в изученных сообществах составляет 100% , плотность ЦП варьирует от 3 до 17.2 экз./м^2 в зависимости от экологических условий (табл. 5). Общая надземная фитомасса растения, масса листьев, число генеративных побегов и масса репродуктивных органов имеют тесную отрицательную корреляцию с плотностью ЦП ($R = -|0.85\text{--}0.89|$; $p < 0.05$). В ЦП 4, 5 отмечается наибольшая плотность ($16.6\text{--}17.2 \text{ экз./м}^2$), в 2–5 раз превышающая плотность других ЦП. Самая низкая плотность *T. pratense* ($3\text{--}3.8 \text{ экз./м}^2$) выявлена в ЦП 2, 3 и ЦП 6. Для растений в ЦП 2, 3, 6 характерны наибольшие значения общей надземной фитомассы, массы листьев, числа побегов и наименьшая плотность.

Таблица 3. Параметры генеративных растений *Trifolium pratense* в южно-таежной и подтаежной подзонах Республики Татарстан**Table 3.** Parameters of *Trifolium pratense* generative plants in south taiga and mixed coniferous-deciduous subzones of the Republic of Tatarstan

Параметры Parameters	ЦП 1 CP 1		ЦП 2 CP 2		ЦП 3 CP 3	
	$\bar{X}$ mean	V , % coefficient of variation, %	$\bar{X}$ mean	V , % coefficient of variation, %	$\bar{X}$ mean	V , % coefficient of variation, %
H , см H , cm	34.3 ± 1.2	20.3	48.1 ± 5.8	28.9	39.7 ± 3.4	19.7
NG , шт. NG , pcs.	3.8 ± 0.5	73.2	$5.7 \pm 0.6^*$	38.6	$8.6 \pm 0.3^{**}$	68.7
NF , шт. NF , pcs.	11.0 ± 1.8	86.5	11.1 ± 0.5	23.8	$16.7 \pm 0.2^{**}$	53.5
W , г W , g	3.6 ± 0.5	81.6	$6.0 \pm 0.7^*$	64.9	$8.5 \pm 0.3^{***}$	33.3
WL , г WL , g	1.0 ± 0.2	86.6	1.3 ± 0.03	84.3	$1.9 \pm 0.1^{***}$	75.1
WG , г WG , g	0.7 ± 0.1	94.02	0.9 ± 0.02	50.3	$1.9 \pm 0.04^{***}$	63.9
LWR	0.3 ± 0.01	30.7	0.2 ± 0.1	20.8	0.2 ± 0.1	32.1
RE	0.2 ± 0.02	52.7	0.2 ± 0.1	42.1	0.2 ± 0.1	23.9
n (объем выборки) n (sample size)	32		12		14	

Примечание. H – высота; NG – количество генеративных побегов на растении; NF – общее число соцветий; W – общая надземная фитомасса одного растения; WG – фитомасса репродуктивных органов; WL – фитомасса листьев; RE (WG/W) – репродуктивное усилие; LWR (WL/W) – фотосинтетическое усилие.

* – величина достоверно отличается от соответствующей величины ЦП 1.

** – величина достоверно отличается от соответствующих величин ЦП 1 и 2.

*** – величина достоверно отличается от соответствующих величин ЦП 1, 2 и 4–8 (табл. 4).

Note. H – shoot height; NG – number of generative shoots per plant; NF – total number of inflorescences per plant; W – aboveground phytomass of an individual plant; WG – inflorescence mass; WL – leaf mass; RE (WG/W) – reproductive effort; LWR (WL/W) – photosynthetic effort.

* – the value significantly differs from the corresponding value of the CP 1.

** – the value significantly differs from the corresponding values of CP 1 and 2.

*** – the value significantly differs from the corresponding values of CP 1, 2, and 4–8 (table 4).

Проведенный анализ соотношения оценок экологических факторов (F и N) и плотности ЦП показал, что с уменьшением влажности и количества минерального азота в почве достоверно увеличивается плотность ЦП *T. pratense* (рис. 3). Это подтверждают значения коэффициентов корреляции между плотностью ЦП и влажностью почвы ($R = -0.87$; $p < 0.05$) и между плотностью и богатством почвы ($R = -0.79$; $p < 0.05$). Наиболее высокая плотность характерна для ЦП 4 и 5, распространенных на сухих периодически свежих почвах с низким содержанием минерального азота.

Разная плотность может быть связана с особенностями самоподдержания ЦП семенным пу-

тем. По замечанию Л.А. Жуковой [24] для ЦП стержнекорневых олиго- и поликарпиков характерно резкое варьирование количества генеративных и вегетативных растений, при этом доля генеративных растений может колебаться от 1 до 78%, доля ювенильных растений и их приживаемость составляет от 0 до 20%. По нашим данным в ЦП 4, 5 отмечается значительное участие (около 50%) растений прегенеративного периода, в то же время ЦП 2, 3, 6, 7 состоят только из генеративных растений (рис. 4). Отсутствие молодых вегетативных растений в этих ЦП может быть связано с быстрыми темпами прохождения прегенеративных стадий в условиях повышенной влажности и

Таблица 4. Параметры генеративных растений *Trifolium pratense* в широколиственной и лесостепной подзонах Республики Татарстан
Table 4. Parameters of *Trifolium pratense* generative plants in broadleaf and forest-steppe subzones of the Republic of Tatarstan

Параметры Parameters	ЦП 4 CP 4		ЦП 5 CP 5		ЦП 6 CP 6		ЦП 7 CP 7		ЦП 8 CP 8	
	$\bar{X}$ mean	$V, \%$ coefficient of variation, %	$\bar{X}$ mean	$V, \%$ coefficient of variation, %	$\bar{X}$ mean	$V, \%$ coefficient of variation, %	$\bar{X}$ mean	$V, \%$ coefficient of variation, %	$\bar{X}$ mean	$V, \%$ coefficient of variation, %
$H, \text{ см}$ $H, \text{ cm}$	32.5 ± 2.0	39.9	38.1 ± 1.5	25.9	28.9 ± 0.7	28.4	32.3 ± 1.1	24.1	29.9 ± 0.9	34.5
$NG, \text{ шт.}$ $NG, \text{ pcs.}$	2.5 ± 0.4	85.3	2.5 ± 0.2	57.9	$7.0 \pm 0.9^*$	58.8	3.5 ± 0.4	44.8	3.3 ± 0.3	63.2
$NF, \text{ шт.}$ $NF, \text{ pcs.}$	6.8 ± 1.1	96.2	8.9 ± 1.3	94.1	14.2 ± 1.9	57.6	10.1 ± 1.7	63.8	$2.9 \pm 0.2^{**}$	74.7
$W, \text{ г}$ $W, \text{ g}$	2.6 ± 0.4	98.1	2.4 ± 0.3	77.9	5.3 ± 0.9	72.6	3.4 ± 0.5	53.2	3.2 ± 0.5	93.0
$WL, \text{ г}$ $WL, \text{ g}$	0.4 ± 0.04	64.5	0.4 ± 0.1	76.9	1.2 ± 0.3	93.7	0.7 ± 0.1	32.8	0.7 ± 0.1	97.7
$WG, \text{ г}$ $WG, \text{ g}$	0.6 ± 0.1	94.4	0.4 ± 0.1	87.2	0.8 ± 0.1	68.7	1.1 ± 0.21	75.6	0.7 ± 0.1	98.7
LWR	0.4 ± 0.1	95.9	0.2 ± 0.02	54.5	0.2 ± 0.01	30.2	0.3 ± 0.04	65.2	0.2 ± 0.01	42.4
RE	0.2 ± 0.02	50.01	0.2 ± 0.02	78.9	0.2 ± 0.1	68.7	0.3 ± 0.2	75.6	0.2 ± 0.01	38.6
n (объем выборки) n (sample size)	37		43		15		18		38	

Примечание. H — высота; NG — количество генеративных побегов на растении; NF — общее число соцветий; W — надземная фитомасса одного растения; WG — фитомасса репродуктивных органов; WL — фитомасса листьев; RE (WG/W) — репродуктивное усилие; LWR (WL/W) — фотосинтетическое усилие.

* — величина достоверно отличается от соответствующих величин ЦП 4, 5, 7 и 8.

** — величина достоверно отличается от соответствующих величин ЦП 1–3 (табл. 3) и 4–7.

Note. H — shoot height; NG — number of generative shoots per plant; NF — total number of inflorescences per plant; W — aboveground phytomass of an individual plant; WG — inflorescence mass; WL — leaf mass; RE (WG/W) — reproductive effort; LWR (WL/W) — photosynthetic effort.

* — the value significantly differs from the corresponding values of CP 4, 5, 7 and 8.

** — the value significantly differs from the corresponding values of CP 1–3 (tab. 3) and 4–7.

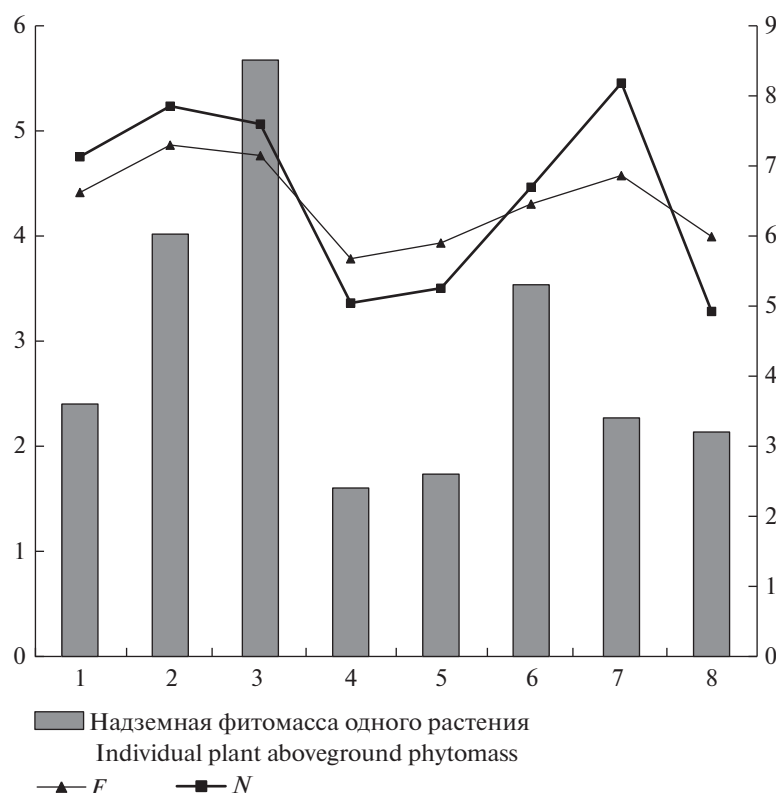


Рис. 2. Соотношение показателей влажности, богатства почвы и надземной фитомассы одного растения в ЦП *Trifolium pratense* на территории Республики Татарстан.

F – влажность почвы, *N* – богатство почвы минеральным азотом.

По горизонтали – ценопопуляции; по вертикали (левая шкала) – балльная оценка факторов среды по шкалам Г. Эллленберга; по вертикали (правая шкала) – надземная фитомасса одного растения, г.

Fig. 2. Correlation of moisture, soil richness and *Trifolium pratense* individual plant aboveground phytomass in coenopopulations in the Republic of Tatarstan.

F – soil moisture, *N* – soil richness with mineral nitrogen.

X-axis – coenopopulations; y-axis (left scale) – values of environmental factors according to Ellenberg's ecological indicators; y-axis (right scale) – aboveground phytomass of an individual plant, g.

Таблица 5. Плотность ценопопуляций *Trifolium pratense* на территории Республики Татарстан
Table 5. Density of *Trifolium pratense* coenopopulations in the Republic of Tatarstan

Ландшафтная подзона/ЦП Landscape subzone/Coenopopulation (CP)	Плотность, экз./м ² Density, ind./m ²
Южнотаежная/ЦП 1 South taiga/CP 1	9.5 ± 4.7
Подтаежная/ЦП 2 Coniferous-deciduous/CP 2	3.0 ± 0.4
Подтаежная/ЦП 3 Coniferous-deciduous/CP 3	3.5 ± 0.3
Широколиственная/ЦП 4 Broadleaf/CP 4	17.2 ± 9.7
Широколиственная/ЦП 5 Broadleaf subzone/CP 5	16.8 ± 4.2
Широколиственная/ЦП 6 Broadleaf/CP 6	4.5 ± 0.9
Широколиственная/ЦП 7 Broadleaf/CP 7	5.0 ± 0.6
Лесостепная/ЦП 8 Forest-steppe/CP 8	8.8 ± 1.8

Примечание: встречаемость *Trifolium pratense* в изученных сообществах составляет 100%.

Note: occurrence of *Trifolium pratense* in the studied communities is 100%.

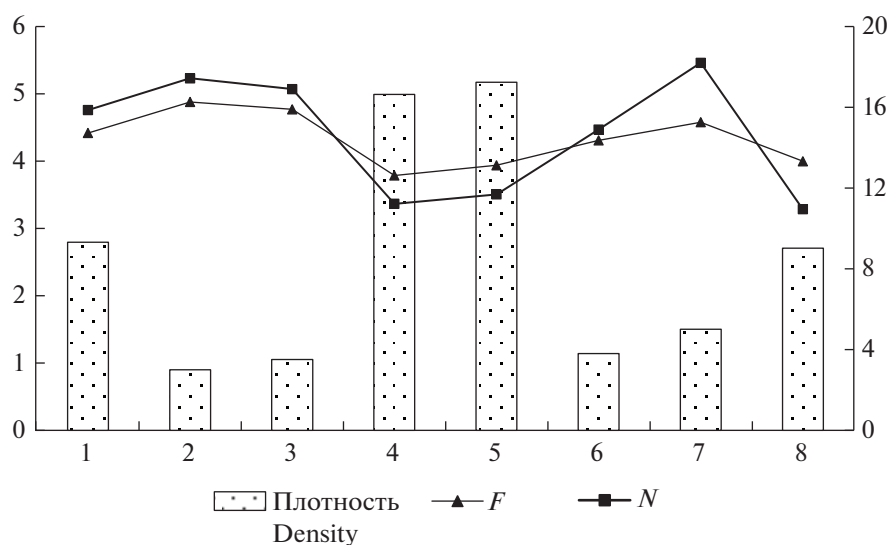


Рис. 3. Соотношение показателей влажности, богатства почвы и плотности ЦП *Trifolium pratense* на территории Республики Татарстан.

F – влажность почвы, *N* – богатство почвы минеральным азотом. По горизонтали – ценопопуляции, по вертикали слева – балльная оценка факторов среды по шкалам Г. Элленберга, по вертикали справа – плотность ценопопуляций, экз./м².

Fig. 3. Correlation of moisture, soil richness and density of *Trifolium pratense* coenopopulations in the Republic of Tatarstan. *F* – soil moisture, *N* – soil richness with mineral nitrogen. *X*-axis – coenopopulations; *y*-axis (left scale) – values of environmental factors according to Ellenberg's ecological indicators; *y*-axis (right scale) – density of coenopopulations, inds./m².

богатства почвы. В работе Н.П. Крылова и Т.А. Работнова [22] отмечается, что благоприятные условия увлажнения, богатства почвы доступны для растений элементами, а также раннее скашивание сокращают продолжительность пребывания особей *T. pratense* в ювенильном и в виргинильном состояниях, при этом в благоприятных условиях *T. pratense* моно- или дикарпичное растение, в малоблагоприятных – поликарпик.

Выборочное изучение репродуктивных особенностей *T. pratense* (ЦП 1, 4) показало, что коэффициент семенной продуктивности, как соотношение числа выполненных семян и заложившихся семязачатков, находится в пределах 12–40% и его значения сопоставимы с литературными данными. Например, в горных районах Осетии этот показатель у дикорастущего *T. pratense* составляет 25–45% [25]. В ЦП 1 в одном соцветии образуется от 1 до 39 семян, из-за части невыполненных семян реальная семенная продуктивность соцветия в среднем составила 6 семян (табл. 6). Коэффициент продуктивности в этих условиях низкий, около 12%. В соцветиях растений ЦП 4 по сравнению с ЦП 1 формируется в 1.4 раза больше цветков и в 3.7 раз больше семян, при этом коэффициент семенной продуктивности составляет около 40%. Следовательно, значительное участие молодых растений прегенеративного периода и высокая плотность в ЦП 4 объясняется высокой семенной продуктивностью.

По нашим данным, в изученных ценопопуляциях различных ландшафтных подзон на территории РТ запасы сухой надземной фитомассы *T. pratense* варьируют от 170 до 432 кг/га (табл. 7).

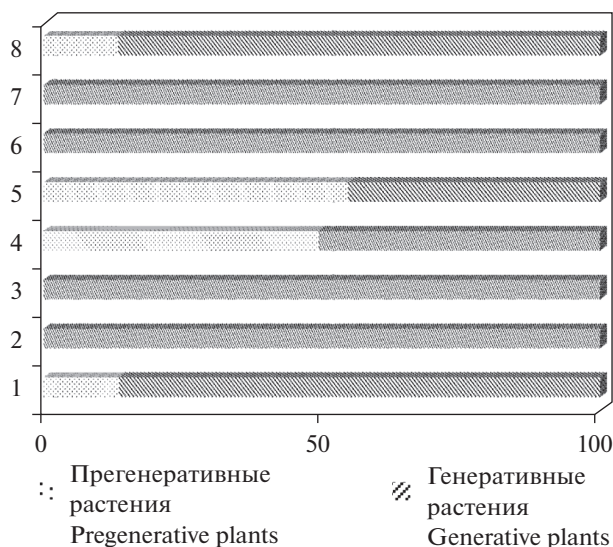


Рис. 4. Соотношение прегенеративных и генеративных растений в ценопопуляциях *Trifolium pratense*.

По горизонтали – доля участия, %; по вертикали – ценопопуляции.

Fig. 4. The ratio of pregenerative and generative plants in the *Trifolium pratense* coenopopulations. *X*-axis – share of pregenerative and generative plants, %; *y*-axis – coenopopulation.

Таблица 6. Показатели репродукции в изученных ценопопуляциях *Trifolium pratense* на территории Республики Татарстан**Table 6.** *Trifolium pratense* reproduction parameters in the studied coenopopulations from the Republic of Tatarstan

Ландшафтная подзона/ЦП Landscape subzone/ Coenopopulation (CP)	Число цветков в соцветии Number of flowers in inflorescence		Число семян в соцветии Number of seeds in inflorescence		Число выполненных семян в соцветии, экз. Number of filled seeds per inflorescence, pcs	Коэффициент продуктивности, % Coefficient of seed productivity, %
	<i>M</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>D</i>		
Южнотаяжная/ЦП 1 South taiga/CP 1	51.4	10–104	8.9	1–39	6.0	12
Широколиственная/ЦП 4 Broadleaf/CP 4	69.4	47–107	33.0	7–92	26.2	38

Примечание: *M* – среднее значение, *D* – диапазон значений.
 Note: *M* – mean value, *D* – range of values.

Таблица 7. Запас растительного сырья *Trifolium pratense* в различных ландшафтных подзонах на территории Республики Татарстан**Table 7.** Stock of *Trifolium pratense* aboveground phytomass of in different landscape subzones of the Republic of Tatarstan

Ландшафтная подзона / ЦП Landscape subzones / Coenopopulation (CP)	Надземная фитомасса, воздушно-сухой вес Aboveground phytomass, air-dry weight	
	г/м ² g/m ²	кг/га kg/ha
Южнотаяжная/ЦП 1 South taiga/CP 1	33.8	338
Подтаяжная/ЦП 2 Coniferous-deciduous/CP 2	18.6	186
Подтаяжная/ЦП 3 Coniferous-deciduous/CP 3	29.8	298
Широколиственная/ЦП 4 Broadleaf/CP 4	43.2	432
Широколиственная/ЦП 5 Broadleaf/CP 5	41.3	413
Широколиственная/ЦП 6 Broadleaf/CP 6	20.1	201
Широколиственная/ЦП 7 Broadleaf/CP 7	17.0	170
Лесостепная/ЦП 8 Forest-steppe/CP 8	28.8	288

На территории Удмуртии (подзона южной тайги) при культивировании *T. pratense* многолетняя среднесортная урожайность составляет 145–157 кг/га и может варьировать от погодных условий и количества укосов от 40 до 282 кг/га [26]. В то же время, в горах Кабардино-Балкарии в составе горных послелесных лугов на выщелочных черноземах урожайность надземной фитомассы *T. pratense* составляет 2.4–3.5 т/га [27], это в 6–8 раз выше по сравнению с РТ.

Расчеты показали, что сравнительно низкая урожайность надземной фитомассы (170–201 кг/га) *T. pratense* характерна для ЦП 2, 3, 6 и 7, формирующихся на свежих почвах со средним содержанием минерального азота. Это связано с низкой плотностью и наличием в ЦП только генеративных растений высокого морфологического статуса. Наибольшая урожайность надземной фитомассы *T. pratense* (413–432 кг/га) выявлена в ЦП 4, 5 в условиях сухих периодически свежих и бедных

почв, для которых характерны растения среднего морфологического статуса, высокая плотность, участие в составе как генеративных, так и молодых вегетативных растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории Республики Татарстан частное проективное покрытие *Trifolium pratense* в составе опушечных сообществ (южно-таежная и подтаежная подзоны), вторичных вейниково-разнотравных и овсяницево-разнотравных лугов (широколиственная подзона), а также остепненных овсяницево-разнотравных лугов (лесостепная подзона) варьирует в пределах 15–35%. Условия местообитания ЦП *T. pratense* различаются преимущественно по параметрам почв. В соответствии с экологическими шкалами Г. Элленберга, почвы изученных сообществ по увлажнению составляют ряд от сухих периодически свежих до свежих ($F = 3.78–4.87$), по содержанию азота — от бедных до средних ($N = 3.36–5.45$), по кислотности — от нейтральных до слабокислых ($R = 6.01–7.36$).

Исследования показали наличие достаточно тесной положительной связи между величиной общей фитомассы растений, числом генеративных побегов, массой репродуктивных органов *T. pratense* и влажностью почвы ($R = 0.78–0.86$), а также наличие отрицательной связи между плотностью ЦП и уровнем влажности и богатства почвы азотом ($R = -0.87$ и -0.79).

В сообществах на свежих почвах со средним содержанием азота почв в пределах РТ ЦП *T. pratense* имеют низкую плотность (3–5 экз./м²), в их составе преобладают генеративные растения высокого морфологического статуса, у которых число генеративных побегов выше в 2.5–3.5 раза, число соцветий — в 1.7–5.7 раз, надземная фитомасса — в 1.8–4 раза, чем у растений других исследованных ЦП.

На наиболее сухих и бедных минеральным азотом почвах в пределах РТ ЦП *T. pratense* образованы растениями низкого морфологического статуса. Однако, в этих условиях ЦП отличаются значительной плотностью (16.6–17.2 экз./м²) и большой долей участия растений прегенеративного периода (около 50%). Наличие молодых вегетативных растений объясняется высоким коэффициентом семенной продуктивности, значения которого составляют около 40%. По нашим данным для ЦП высокой плотности характерна наибольшая урожайность воздушно-сухой надземной фитомассы (413–432 кг/га). Территории с такими экологическими характеристиками в условиях РТ можно рекомендовать для заготовки сырья *T. pratense*.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 18-44-160015.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. 2000. Сосудистые растения Татарстана. Казань. 496 с.
2. Безделев А.Б., Безделева Т.А. 2006. Жизненные формы семенных растений Российского Дальнего Востока. Владивосток. 295с.
3. Бобров Е.Г. 1987. Клевер *Trifolium* L. — В кн.: Флора Европейской части СССР. Л. Т. 6. С. 195–208.
4. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. 2010. Т.3. Семейства Fabaceae — Apiaceae. СПб.; М. 601с.
5. Дренин А.А., Ботиров Э.Х. 2017. Флавоноиды и изофлавоноиды растений рода *Trifolium* L. Структурное разнообразие и биологическая активность. — Химия растительного сырья. 3: 39–53. <https://doi.org/10.14258/jcprfm.2017031646>
6. Зайцева Н.В., Погуляева И.А. 2017. Эколого-биохимические особенности растений рода *Trifolium* L., произрастающих в Южной Якутии (на примере г. Нерюнги). — Известия Самарского НЦ РАН. 19 (2): 441–447. http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2017/2017_2_441_447.pdf
7. Booth N.L., Overk C.R., Yao P., Burdette J.E., Nikolic D., Chen S.-N., Bolton J.L., Breemen R.B. van, Pauli G.F., Farnsworth N.R. 2006. The chemical and biologic profile of a red clover (*Trifolium pratense* L.). Phase II clinical extract — J. Altern. Complement. Med. 12(3): 133–139. <https://doi.org/10.1089/acm.2006.12.133>
8. Sabudak T., Guler N. 2009. *Trifolium* L. — a review on its phytochemical and pharmacological profile — Phytother. Res. 23(3): 439–446. <https://doi.org/10.1002/ptr.2709>
9. Kaurinovic B., Popovic M., Vlasisavljevic S., Schwartzova H., Vojinovic-Miloradov M. 2012. Antioxidant Profile of *Trifolium pratense* L. — Molecules. 17(9): 11156–11172. <https://doi.org/10.3390/molecules170911156>
10. Злобин Ю.А. 1989. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань. 145 с.

11. Созинов О.В., Кузьмичева Н.А. 2003. Ценопопуляции *Ledum palustre* L. и их сырьевая характеристика в условиях Средненеманской низины (Республика Беларусь). — Растительные ресурсы. 39(3): 55–62. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17080755>
12. Созинов О.В. 2015. Морфологические и ресурсные характеристики *Calluna vulgaris* (Ericaceae) в нарушенных фитоценозах северо-запада Республики Беларусь. — Растительные ресурсы. 51(4): 473–490. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24347081>
13. Созинов О.В., Кузьмичева Н.А. 2016. Ресурсно-фитохимическая изменчивость и биоэкологическая характеристика *Vaccinium vitis-idaea* (Ericaceae) в сосняке мшистом на орографическом градиенте (Республика Беларусь). — Растительные ресурсы. 52 (2): 202–214. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25818688>
14. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ. 2007. Казань. 411с.
15. Ермолаев О.П., Игонин М.Е. 2006. Ландшафтное районирование и картографирование региона Среднего Поволжья. — Георесурсы. 2(19): 20–23. https://geors.ru/media/pdf/06_Ermolaev.pdf
16. Голуб В.Б. 2011. Использование геоботанических описаний в качестве коллекции образцов для классификации растительности. — Растительность России. 17(18): 70–83. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2011.17-18.70>
17. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. — Scr. Geobot. 18: 1–248.
18. Schaffers A.P., Sýkora K.V. 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. — Journal of Vegetation Science. 11(2): 225–244. <https://doi.org/10.2307/3236802>
19. Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А. 2008. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoscaleWin: учеб. пособие. Йошкар-Ола. 96 с.
20. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. 2010. Йошкар-Ола. 368с.
21. Левина Р.Е. 1981. Репродуктивная биология семенных растений. М. 96 с.
22. Крылов Н.П., Работнов Т.А. 1975. Клевер луговой — В сб.: Биологическая флора Московской области. 2. М. С. 89–101.
23. The Plant List. 2013. <http://www.theplantlist.org>
24. Жукова Л.А. 1995. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола. 224 с.
25. Бекузарова С.А., Комжа А.Л., Соколова Л.Б. 2016. Репродуктивные особенности дикорастущих видов клевера горных фитоценозов. — Бюллетень ГНБС. 120: 49–54.
26. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. 2016. Продуктивность сортов клевера лугового в условиях Среднего Предуралья. — Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 5(54): 31–36. <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/66/66>
27. Фисун М.Н., Тамахина А.Я., Гадиева А.А. 2011. Оценка ресурсов *Galega orientalis*, *Trifolium pratense* и *Lotus corniculatus* (Fabaceae) в фитоценозах горной зоны Кабардино-Балкарии. — Раст. ресурсы. 47(3): 1–8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=16521924>

***Trifolium pratense* (Fabaceae) Coenopopulation Characteristics and Resources under Different Environmental Conditions in the Republic of Tatarstan**

N. B. Prokhorenko^{a,*}, L. R. Kadyrova^a, G. V. Demina^a, O. A. Timofeeva^a

^aKazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

*e-mail: nbprokhorenko@mail.ru

Abstract—Eight *Trifolium pratense* L. coenopopulations from different subzones of the Republic of Tatarstan were studied. A comparative analysis of the effect of environmental factors on plants morphological parameters, potential and real seed productivity and stock of phytomass was carried out. It has been established that coenopopulations of relatively low density (3–5 ind./m²) with predominantly generative plants of high morphological status in the composition are formed on slightly moist soils with average mineral nitrogen content in the south-west sub-taiga and southern broadleaf forest subzones of Tatarstan. The coenopopulations of high density (16.8–17.2 pieces/m²) with generative plants of medium morphological status and young vegetative plants (each about 50% of the composition) are found on dry periodically slightly moist soils with low nitrogen content in the central part of the broadleaf subzone. The presence of young vegetative plants in such coenopopulations is associated with high coefficient of real seed productivity (about 40%). The highest aboveground dry phytomass productivity (413–432 kg/ha) was observed in high density coenopopulations, with

both generative and vegetative plants of medium morphological status. *T. pratense* cenopopulations growing in the central part of the broadleaf subzone of the Republic of Tatarstan are recommended for wild harvesting of raw medicinal plant materials and high-quality seeds.

Keywords: *Trifolium pratense*, Ellenberg indicator values, density of coenopopulations, seed productivity, phytomass productivity

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Government of the Republic of Tatarstan in the framework of scientific project No. 18-44-160015.

REFERENCES

1. *Bakin O.V., Rogova T.V., Sitnikov A.P.* 2000. [Vascular plants of Tatarstan]. Kazan. 496 p. (In Russian)
2. *Bezdelev A.B., Bezdeleva T.A.* 2006. [Life forms of seed plants in the Russian Far East]. Vladivostok. 295 p. (In Russian)
3. *Bobrov E.G.* 1987. [Clover *Trifolium* L.]. — In: [Flora of the European part of the USSR] Leningrad. Vol. 6. P. 195–208. (In Russian)
4. [Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Family Fabaceae – Apiaceae]. 2010. Vol. 3. St. Petersburg; Moscow. 601 p. (In Russian)
5. *Drenin A.A., Botirov E.Kh.* 2017. Flavonoids and isoflavones of plants of the genus *Trifolium* L. Structural diversity and biological activity. — *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 3: 39–53.
<https://doi.org/10.14258/jcprm.2017031646> (In Russian)
6. *Zaitseva N.V., Pogulyaeva I.A.* 2017. Ecological and biochemical features of genus *Trifolium* L. plants, growing in South Yakutia (on the example of Neryungri city). — *Izvestiya Samarskogo NTs RAN*. T. 19. № 2(3): 441–447.
http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2017/2017_2_441_447.pdf (In Russian)
7. *Booth N.L., Overk C.R., Yao P., Burdette J.E., Nikolic D., Chen S.-N., Bolton J.L., Breemen R.B. van, Pauli G.F., Farnsworth N.R.* 2006. The chemical and biologic profile of a red clover (*Trifolium pratense* L.). Phase II clinical extract — *J. Altern. Complement. Med.* 12(3): 133–139.
<https://doi.org/10.1089/acm.2006.12.133>
8. *Sabudak T., Guler N.* 2009. *Trifolium* L. — a review on its phytochemical and pharmacological profile — *Phytother. Res.* 23(3): 439–446.
<https://doi.org/10.1002/ptr.2709>
9. *Kaurinovic B., Popovic M., Vlasisavljevic S., Schwartzova H., Vojinovic-Miloradov M.* 2012. Antioxidant Profile of *Trifolium pratense* L. — *Molecules*. 17(9): 11156–11172.
<https://doi.org/10.3390/molecules170911156>
10. *Zlobin Yu.A.* 1989. [Principles and methods for the study of coenotic plant populations]. Kazan. 145 p. (In Russian)
11. *Sozinov O.V., Kuzmicheva N.A.* 2003. Cenopopulations of *Ledum palustre* L. and their plant material characteristics under conditions of Srednenemanskaja Lowland (Republic of Belarus). — *Rastitelnye Resursy*. 39(3): 55–62.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=17080755> (In Russian)
12. *Sozinov O.V.* 2015. Morphological and resource characteristics of *Calluna vulgaris* (Ericaceae) in disturbed phytocoenosis in the north-west of Belarus. — *Rastitelnye Resursy*. 51(4): 473–490. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24347081> (In Russian)
13. *Sozinov O.V., Kuz'micheva N.A.* 2016. Resource and phytochemical variability and ecological characteristic of *Vaccinium vitis-idaea* (Ericaceae) in mossy pine forest on an orographical gradient (Republic of Belarus)]. — *Rastitelnye Resursy*. 52(2): 202–214. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25818688> (In Russian)
14. [Landscapes of the Republic of Tatarstan. Regional landscape and environmental analysis]. 2007. Kazan. 411 p. (In Russian)
15. *Ermolaev O.P., Igonin M.E.* 2006. [Landscape zoning and mapping of the Middle Volga region]. — *Georesursy*. 2(19): 20–23. https://geors.ru/media/pdf/06_Ermolaev.pdf (In Russian)
16. *Golub V.B.* 2011. Using vegetation relevés as a sample collection for classification of plant communities. — *Vegetation of Russia*. 17–18: 70–83.
<https://doi.org/10.31111/vegus/2011.17-18.70> (In Russian)
17. *Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D.* 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. — *Scr. Geobot.* 18: 1–248.

18. *Schaffers A.P., Šýkora K.V.* 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. — *J. Vegetation Science*. 11 (2): 225–244. <https://doi.org/10.2307/3236802>
19. *Zubkova E.V., Khanina L.G., Grokhilina T.I., Dorogova Yu.A.* 2008. [Computer processing of vegetation relevés by ecological scales using the EcoscaleWin software]: ucheb. posobie. Ioshkar-Ola. 96 p. (In Russian)
20. [Ecological scales and methods for analyzing ecological diversity of plants]. 2010. Ioshkar-Ola. 368 p. (In Russian)
21. *Levina R.E.* 1981. [Reproductive Biology of Seed Plants]. Moscow. 96 p. (In Russian)
22. *Krylov N.P., Rabotnov T.A.* 1975. [Red clover]. — In: [Biological flora of Moscow Region]. 2: 89–101. (In Russian)
23. *The Plant List*. 2013. <http://www.theplantlist.org>
24. *Zhukova L.A.* 1995. [Population life of meadow plants]. Ioshkar-Ola. 224 p. (In Russian)
25. *Bekuzarova S.A., Komzha A.L., Sokolova L.B.* 2016. Reproductive characteristics of wild-growing *Trifolium* within mountain phytocenoses. — *Byulletin SNBG*. 120: 49–54. (In Russian)
26. *Kasatkina N.I., Nelyubina Zh.S.* 2016. Productivity of red clover varieties in conditions of the Middle Urals]. — *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 5(54): 31–36. (In Russian) <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/66/66>
27. *Fisun M.N., Tamakhina A.Ya., Gadieva A.A.* 2011. The estimation of herb resources of *Galega orientalis*, *Trifolium pratense* and *Lotus corniculatus* (Fabaceae) in the phytocenoses of Kabardino-Balkaria mountain areas. — *Rastitelnye Resursy*. 47(3): 1–8. (In Russian) <https://elibrary.ru/item.asp?id=16521924>