

Научная статья

УДК 581.55+58.02

DOI: 10.32516/2303-9922.2023.46.7

## Влияние условий произрастания на запасы фитомассы в ценопопуляциях *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam. в условиях Республики Марий Эл

Юлия Михайловна Николаева<sup>1</sup>, Ольга Леонидовна Воскресенская<sup>2</sup>,  
Елена Александровна Алябышева<sup>3</sup>, Елена Витальевна Сарбаева<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

<sup>1</sup> yuiya2511-1990@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1449-1253>

<sup>2</sup> voskres2006@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4710-6641>

<sup>3</sup> e\_alab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8101-7941>

<sup>4</sup> sarbaevaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7274-0938>

**Аннотация.** В статье впервые проанализированы запасы фитомассы в ценопопуляциях (ЦП) *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam. на территории трех природных районов Республики Марий Эл: Восточного, Оршанско-Кокшагского и Ветлужско-Юшутского. Определены надземная, подземная и общая фитомасса ЦП исследованных видов, рассчитаны сумма органических веществ и содержание углерода в фитомассе. Условия местообитаний видов исследованы с применением фитоиндикационного метода, данные геоботанических описаний проанализированы с помощью экологических шкал Д. Н. Цыганова (1983) и Л. Г. Раменского (1956). Выявлены факторы, влияющие на величины надземной и подземной массы исследованных видов (климатические параметры, освещенность, увлажнение, кислотность и аллювиальность почвы, степень пастбищной дигрессии). Установлено благоприятное влияние на процессы запаса фитомассы растений переменного обеспеченного сухо-свежелугового увлажнения, полупастбищной стадии фитоценоза, слабокислых и очень слабо аллювиальных почв. Показано, что при благоприятных экологических условиях общая фитомасса ценопопуляций трехреберника непахучего достигала 138,76 г/м<sup>2</sup>, а нивяника обыкновенного — 62,65 г/м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** фитомасса надземная, фитомасса подземная, фитомасса общая, луговые фитоценозы, ценопопуляции, трехреберник непахучий, нивяник обыкновенный.

**Для цитирования:** Николаева Ю. М., Воскресенская О. Л., Алябышева Е. А., Сарбаева Е. В. Влияние условий произрастания на запасы фитомассы в ценопопуляциях *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam. в условиях Республики Марий Эл // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 2 (46). С. 102—113. URL: [http://vestospu.ru/archive/2023/articles/7\\_46\\_2023.pdf](http://vestospu.ru/archive/2023/articles/7_46_2023.pdf). DOI: 10.32516/2303-9922.2023.46.7.

Original article

## Influence of growing conditions on phytomass reserves in cenopopulations of *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip and *Leucanthemum vulgare* Lam. in the Republic of Mari El

Julia M. Nikolaeva<sup>1</sup>, Olga L. Voskresenskaya<sup>2</sup>, Elena A. Alyabysheva<sup>3</sup>,  
Elena V. Sarbaeva<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

<sup>1</sup> yuiya2511-1990@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1449-1253>

<sup>2</sup> voskres2006@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4710-6641>

© Николаева Ю. М., Воскресенская О. Л., Алябышева Е. А., Сарбаева Е. В., 2023

<sup>3</sup> e\_alab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8101-7941>

<sup>4</sup> sarbaevaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7274-0938>

**Abstract.** The article analyzes for the first time the stocks of phytomass in the cenopulations of *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip and *Leucanthemum vulgare* Lam. on the territory of three natural regions of the Republic of Mari El: Eastern, Orsha-Kokshag and Vetluga-Yushut. Their aboveground, underground and total phytomass of cenopulations of the studied species were determined, and the content of sum organic substances and carbon in phytomass was calculated. The habitat conditions of the species were studied using the phytoindication method, the data of geobotanical descriptions were analyzed using environmental scales by D. N. Tsyganov (1983) and L. G. Ramensky (1956). Factors affecting the aboveground and below-ground primary production of the studied species (climatic parameters, illumination, moisture content, soil acidity and alluviality, degree of pasture digression) were identified. A favorable effect has been established on the processes of storage of plant phytomass of variably provided dry-fresh meadow humidification, semi-pasture stage of phytocenosis, slightly acidic and very weakly alluvial soils. It was shown that under favorable environmental conditions the total phytomass of *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip cenopulations reached 138,76 g/m<sup>2</sup> and *Leucanthemum vulgare* Lam. — 62,65 g/m<sup>2</sup>.

**Keywords:** aboveground phytomass, underground phytomass, total phytomass, meadow phytocenoses, cenopulations, *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip, *Leucanthemum vulgare* Lam.

**For citation:** Nikolaeva Ju. M., Voskresenskaya O. L., Alyabysheva E. A., Sarbaeva E. V. Influence of growing conditions on phytomass reserves in cenopulations of *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip and *Leucanthemum vulgare* Lam. in the Republic of Mari El. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2023, no. 2 (46), pp. 102—113. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2023.46.7>.

## Введение

Реакция растений на антропогенные и другие экологические факторы, на изменения условий окружающей среды всегда вызывала значительный интерес у исследователей. Поэтому к настоящему времени опубликовано большое количество работ по изучению физиологических, биохимических и других показателей растений в зависимости от условий природной среды, под воздействием различных стрессовых факторов. Однако смена параметров окружающей среды влияет не только на внутреннее состояние растения, но и на фитомассу как отдельных особей, так и ЦП в целом. Вариабельность данных показателей зависит от различных факторов: температуры почвы и воздуха, влажности, освещенности, обеспеченности почвы элементами минерального питания и др. [9].

Изучению накопления фитомассы в различных фитоценозах посвящены работы зарубежных и отечественных исследователей [2; 16]. Чаще всего научные труды отражают проблему накопления фитомассы сельскохозяйственными или лекарственными растениями [6; 13; 15]. В то же время недостаточно работ по изучению особенностей накопления фитомассы ценопопуляциями отдельных видов луговых травянистых растений.

Цель исследования — изучить влияние условий произрастания на запасы фитомассы в ценопопуляциях *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam. на территории Республики Марий Эл.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать экологические параметры местообитания с использованием климатических и почвенных экологических шкал Д. Н. Цыганова (1983) и Л. Г. Раменского (1956).
2. Определить общую фитомассу и массу надземных и подземных органов *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam.
3. Выявить климатические и почвенные экологические факторы, влияющие на запасы фитомассы в ценопопуляциях *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили в мае — сентябре 2022 г. на территории трех природных районов Республики Марий Эл: Восточного (В1), Оршанско-Кокшагского (ОК2) и Ветлужско-Юшутского (ВЮ3).

В качестве объектов исследования были выбраны травянистые фитоценозы с участием двух представителей семейства *Asteraceae* — трехреберника непахучего (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip) и нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare* Lam.).

В каждом местообитании закладывали 15 учетных площадок по 1,0 м<sup>2</sup> каждая. В исследуемых экотопах сделаны стандартные геоботанические описания с учетом флористического состава ценопопуляций (ЦП) видов, проективного покрытия и обилия видов (90 геоботанических описаний).

Для сравнения исследованных фитоценозов рассчитывали коэффициенты флористического сходства (Жаккара и Серенсена, %).

Для характеристики экологических параметров местообитания использовали экологические шкалы Д. Н. Цыганова [14] (шкалы увлажнения, солевого режима, кислотности и богатства почв азотом, освещенности-затенения, континентальности климата; криоклиматическая шкала) и Л. Г. Раменского [12], содержащие балловые оценки экологических свойств видов по различным факторам среды (шкалы увлажнения, влажности почв, богатства и засоленности почв, переменности увлажнения, аллювиальности и пастбищной дигрессии). Обработку полученных данных проводили с помощью программы EcoScaleWin [7].

Для анализа запасов фитомассы материал собирали с учетных площадок размером 1 м<sup>2</sup> (90 штук), растения выкапывали, высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре +105°C, а затем взвешивали на электронных весах HL 100 EX — класс точности высокий — II (ГОСТ 24104-01), дискретность 0,01 г (производитель A&D Company Ltd., Japan) [5].

В дальнейшем определяли общую фитомассу (г/м<sup>2</sup>), фитомассу подземных и надземных органов растений (г/м<sup>2</sup>).

Также рассчитывали сумму органических веществ в растительном материале (г/м<sup>2</sup>), исходя из того, что травяные растения в среднем (в расчете на сухое вещество) содержат 4% зольных элементов и 96% органического вещества.

Определяли запасы углерода в пуле надземной и подземной фитомассы путем умножения общего сухого веса на среднее содержание углерода ( $k_{\text{надз.}} = 0,5$ ;  $k_{\text{подз.}} = 0,45$ , г/м<sup>2</sup>) [8].

Данные обработаны статистически с помощью программы STATISTICA.

### Результаты и их обсуждение

Республика Марий Эл, площадью 23,3 тыс. кв. км, расположена между 55°05' и 57°20' северной широты, 45°20' и 50°40' восточной долготы на восточной окраине Восточно-Европейской равнины. Занимая небольшую часть бассейна Средней Волги, она находится в пределах двух подзон лесной зоны: южной тайги и хвойно-широколиственных лесов.

Агрометеорологические условия для Республики Марий Эл периода вегетации трехреберника непахучего и нивяника обыкновенного представлены в таблице 1.

Согласно «Физико-географическому районированию Среднего Поволжья» [3], территория республики входит в состав трех физико-географических областей: Лесного низменного Заволжья (Марийская низменность), Вятско-Камской возвышенности (Марийско-Вятский увал) и северной части Приволжской возвышенности (в виде северной кромки Чувашского плато Предволжья). Подробное описание ее поверхности дано Б. Ф. Добрыниным.

Таблица 1

Агрометеорологические условия периода вегетации растений  
 (2022 г., данные Марийского ЦГМС — филиала ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС»)

Май			Июнь			Июль			Август		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
54	+9,2	3,25	79	+17,4	1,51	105	+20,6	1,68	36	+21,2	0,55

**Примечание:** 1 — количество осадков, мм; 2 — среднесуточная температура воздуха, °С; 3 — гидро-термический коэффициент (ГТК).

В ботанико-географическом отношении территория республики относится к подзонам южной тайги (ее северо-восточная часть) и смешанных (широколиственно-хвойных и хвойно-широколиственных) лесов. На территории Марий Эл выделяют шесть природных районов [1, с. 8]. Восточный природный район занимает центральную возвышенность Марийско-Вятского увала, расположен в полосе смешанных лесов. Оршанско-Кокшагский район — в подзоне южной тайги, с распространенными хвойными лесами. Ветлужско-Юшутский природный район находится в подзоне смешанных лесов, с распространенными сосновыми лесами, с развитой болотной растительностью. Район занимает обширную слабодренированную песчаную равнину Марийской низменности.

Известно, что в естественной природной среде устойчивость фитоценозов обеспечена многовидовым составом растительных сообществ. В исследуемых нами фитоценозах с участием *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam. видовой состав был представлен 71 видом сосудистых растений, относящихся к 21 семейству. Более высоким показателем разнообразия видов характеризовались растительные сообщества Ветлужско-Юшутского района: 48 видов, относящихся к 19 семействам. Наименьшее число видов было идентифицировано в Оршанско-Кокшагском районе (36 из 13 семейств). Наиболее многочисленным было семейство *Poaceae*, насчитывающее в своем составе 10—12 видов (25—27,8%). 9—11 видов относились к семейству *Asteraceae*, к семейству *Rosaceae* принадлежали 2—6 видов, к семейству *Fabaceae* — 2—4 вида. Остальные семейства (*Apiaceae*, *Boraginaceae*, *Campanulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Dipsacoideae*, *Equisetaceae*, *Geraniaceae*, *Hypericaceae*, *Juncaceae*, *Lamiaceae*, *Onagraceae*, *Plantaginaceae*, *Polygalaceae*, *Ranunculaceae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*) представлены 1—2 видами (табл. 2).

Таблица 2

Участие отдельных семейств в травянистых сообществах Республики Марий Эл

Семейство	Природный район					
	В1		ОК2		ВЮЗ	
	число ЦП видов	%	число ЦП видов	%	число ЦП видов	%
Apiaceae	1	2,3	—	—	1	2,1
Asteraceae	9	20,4	11	30,5	11	22,7
Boraginaceae	—	—	—	—	1	2,1
Campanulaceae	1	2,3	1	2,8	1	2,1
Caryophyllaceae	3	6,8	1	2,8	3	6,2
Chenopodiaceae	—	—	1	2,8	—	—
Dipsacoideae	—	—	—	—	1	2,1
Equisetaceae	1	2,3	1	2,8	1	2,1
Fabaceae	2	4,5	4	11,0	2	4,2

Семейство	Природный район					
	В1		ОК2		ВЮ3	
	число ЦП видов	%	число ЦП видов	%	число ЦП видов	%
Geraniaceae	1	2,3	1	2,8	1	2,1
Hypericaceae	1	2,3	1	2,8	1	2,1
Juncaceae	—	—	—	—	2	4,2
Lamiaceae	1	2,3	—	—	—	—
Onagraceae	—	—	—	—	1	2,1
Plantaginaceae	2	4,5	1	2,8	2	4,2
Poaceae	11	25,0	10	27,7	12	24,9
Polygalaceae	1	2,3	—	—	1	2,1
Ranunculaceae	1	2,3	1	2,8	1	2,1
Rosaceae	6	13,6	2	5,6	2	4,2
Rubiaceae	2	4,5	1	2,8	2	4,2
Scrophulariaceae	1	2,3	—	—	2	4,2
<b>Всего семейств/число ЦП видов</b>	<b>16/44</b>	<b>100</b>	<b>13/36</b>	<b>100</b>	<b>19/48</b>	<b>100</b>

*Примечание.* Здесь и в последующих таблицах используются следующие сокращения: В1 — Восточный природный район, ОК2 — Оршанско-Кокшагский природный район, ВЮ3 — Ветлужско-Юшутский природный район.

Таким образом, видовой состав фитоценозов, расположенных на территории Ветлужско-Юшутского природного района, характеризовался наибольшим видовым разнообразием (48 ЦП видов). Видовое разнообразие фитоценозов на территории Оршанско-Кокшагского района было на 32% ниже, а на территории Восточного природного — беднее на 16%.

Для выявления сходства и различия сообществ использовали данные количественных показателей флористического состава, рассчитывали коэффициенты Жаккара и Серенсена (табл. 3). Так, наибольшим сходством характеризовались сообщества Ветлужско-Юшутского и Восточного природных районов ( $J = 25,8\%$ ;  $C = 41,0\%$ ), наименьшее сходство наблюдалось между растительными сообществами Оршанско-Кокшагского и Восточного природных районов ( $J = 21,6\%$ ;  $C = 35,5\%$ ).

Таблица 3

Значение коэффициентов сходства-различия флористического состава травянистых фитоценозов Республики Марий Эл

Фитоценозы	В1	ОК2	ВЮ3
Коэффициент Жаккара, %			
В1	—	21,6	25,8
ОК2	21,6	—	22,2
ВЮ3	25,8	22,2	—
Коэффициент Серенсена, %			
В1	—	35,5	41,0
ОК2	35,5	—	36,4
ВЮ3	41,0	36,4	—

В фитоценозах, расположенных в разных природных районах республики, наблюдалось изменение биоморфологической структуры сообществ. В фитоценозах на террито-

рии ОК2 и ВЮ3 преобладали гемикриптофиты (58,0—82,0%), стержнекорневые растения (33,0—40,0%), что свидетельствует о глубоком залегании грунтовых вод в почвах данных местообитаний. На долю растений других биоморф приходилось от 10,0 до 17,0%: длиннокорневищные (15,0—17,0%), короткокорневищные (14,0—15,0%), рыхлодерновинные (10,0—15,0%) растения. На территории В1 чаще всего встречались короткокорневищные (25,0%) и стержнекорневые (22,0%) растения, что свидетельствует о плотном сложении почвы. Остальные жизненные формы — плотнодерновинные, корнеотпрысковые, кистекокорневые, наземно-столонно-образующие, наземно-ползучие — во всех сообществах представлены единичными видами.

Одним из методов анализа экологических условий местообитания растений является фитоиндикационный метод. При этом самый распространенный и доступный способ — анализ растительного покрова с применением экологических шкал. В настоящее время существует более 20 экологических шкал, но наиболее известны и часто применяются при обработке геоботанических данных европейской части нашей страны экологические шкалы Д. Н. Цыганова [14] и Л. Г. Раменского [12].

В ходе работы установлено, что исследованные фитоценозы с участием *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam. располагались на полуоткрытых и открытых пространствах и были приурочены к сухо- и влажно-лесолуговому типу увлажнения почвы. Все местообитания исследуемых видов по обеспеченности почвы элементами минерального питания, в частности азотом, относились к бедным/достаточно обеспеченным почвам. Кислотность почв исследуемых местообитаний изменялась от нейтральных (ОК2) до слабокислых (В1) и кислых (ВЮ3) почв (табл. 4).

Таблица 4

Экологические характеристики местообитаний

Шкала	Природный район		
	В1	ОК2	ВЮ3
<b>По Д. Н. Цыганову [14] (ступени)</b>			
увлажнения почв (Hd)	сухолесолуговой / влажно-лесолуговой (11,5)	сухолесолуговой / влажно-лесолуговой (11,5)	сухолесолуговой / влажно-лесолуговой (12,5)
солевого режима почв (Tr)	довольно богатые почвы (7,0)	довольно богатые / богатые почвы (8,0)	довольно богатые почвы (7,0)
богатства почв азотом (Nt)	бедные азотом / достаточно обеспеченные азотом почвы (6,3)	бедные азотом / достаточно обеспеченные азотом почвы (6,0)	бедные азотом / достаточно обеспеченные азотом почвы (5,5)
кислотности почв (Rc)	слабокислые почвы (7,0)	слабокислые / нейтральные почвы 7,5)	кислые / слабкокислые почвы (6,0)
освещенности-затенения (Lc)	полуоткрытые пространства (3,0)	открытые / полуоткрытые пространства (2,0)	открытые / полуоткрытые пространства (2,0)
континентальности климата (Kn)	морской / субматериковый (6,5)	субматериковый / материковый (8,5)	субматериковый / материковый (8,5)
криоклиматическая (Cr)	умеренных / мягких зим (8,0)	мягких / теплых зим (9,5)	умеренных / мягких зим (8,5)
<b>По Л. Г. Раменскому [12] (ступени)</b>			
увлажнения, влажности почвы (FE)	сухолуговое / свежелуговое увлажнение (57,5)	влажнолуговое увлажнение (75,5)	влажнолуговое увлажнение (73,5)
богатства и засоленности почвы (NS)	довольно богатые почвы (12,0)	довольно богатые почвы (12,0)	довольно богатые почвы (11,5)

Шкала	Природный район		
	В1	ОК2	ВЮ3
пастбищной дигрессии (PD)	умеренное влияние выпаса (полупастбищная стадия) (5,0)	умеренное влияние выпаса (полупастбищная стадия) (5,0)	слабое влияние выпаса, сенокосная стадия (4,5)
переменности увлажнения (VF)	переменно обеспеченное увлажнение (7,5)	умеренно переменное увлажнение (11,0)	среднеобеспеченное увлажнение (6,0)
аллювиальности (А)	очень слабо аллювиальные (0,1—0,3 см наилка) (2,0)	очень слабо аллювиальные (0,1—0,3 см наилка) (2,5)	умеренно аллювиальные (0,5—2,0 см наилка) (5,0)

При анализе флористического состава растительных сообществ с применением шкал Л. Г. Раменского были получены следующие результаты: по типу увлажнения почв — это сухо- и свежелуговое (В1) и влажнолуговое (ОК2 и ВЮ3) местообитания, по богатству почв — довольно богатые почвы. На растительность природного района ВЮ3 слабое влияние оказывал выпас скота, местообитание находилось на сенокосной стадии дигрессии, в то время как сообщества природных районов ОК2 и В1 испытывали умеренное влияние выпаса скота (полупастбищная стадия дигрессии). Для почв В1 было характерно переменно обеспеченное увлажнение, для ОК2 — умеренно переменное, а для ВЮ3 — среднеобеспеченное увлажнение. При рассмотрении шкалы аллювиальности почвы природных районов В1 и ОК2 оказались очень слабо аллювиальными, а почвы ВЮ3 относились к типу умеренно аллювиальных.

Совокупное действие экологических и фитоценотипических факторов определяет неоднородность растительного покрова фитоценоза и, как следствие, неравномерное распределение фитомассы [11, с. 83].

Нами проанализированы процессы запасаения фитомассы на примере двух видов, которые выступали в качестве доминантов травянистых сообществ Республики Марий Эл: *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip и *Leucanthemum vulgare* Lam. В проведенных исследованиях использовали показатели величины общей фитомассы, массы надземных и подземных органов растений, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5

Показатели продукционных процессов растений

Вид	Природный район	Масса надземных органов, г/м <sup>2</sup>	Масса подземных органов, г/м <sup>2</sup>	Общая фитомасса, г/м <sup>2</sup>
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	В1	40,00±5,24	8,63±1,46	48,63
	ОК2	28,90±5,12	5,38±1,11	34,28
	ВЮ3	22,10±3,80	4,29±0,86	26,39
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip	В1	77,80±11,32	53,90±11,12	131,70
	ОК2	45,40±7,80	31,98±7,68	77,38
	ВЮ3	31,30±6,04	17,50±3,57	48,80

Как показали результаты исследования, ЦП трехреберника непахучего и нивяника обыкновенного, произрастающие в природном районе В1, характеризовались наибольшей надземной фитомассой. В условиях природного района ВЮ3 наблюдалось снижение фитомассы ценопопуляций исследуемых видов: *Leucanthemum vulgare* Lam. в 1,8 раза,

*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip в 2,5 раза. Растения, произрастающие на территории ОК2, характеризовались промежуточными значениями данного параметра. Аналогичные результаты были получены и при анализе подземной фитомассы растений, произрастающих в разных природных районах республики.

Различие по фитомассе между растительными сообществами районов наблюдения объектов исследования является информативным показателем формирования фитоценоза в зависимости от абиотических факторов.

Установлено, что для Республики Марий Эл в 2022 г. различия по массе надземных и подземных органов растений, произрастающих в трех природных районах, были достоверны ( $p < 0,05$ ).

Так, масса надземных органов *Leucanthemum vulgare* Lam. в фитоценозах В1 была наибольшей, что свидетельствует о более высокой скорости протекания фотосинтетических процессов. У растений, произрастающих в ОК2, она снижалась на 38,3%, а в ВЮ3 — на 44,5%. Такая же зависимость была выявлена и при анализе массы подземных органов растений (рис. 1).

Фитомасса ЦП *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip была значительно выше, чем *Leucanthemum vulgare* Lam., и также зависела от района произрастания растений. Растения из В1 имели наибольшие значения как по общей фитомассе, так и по надземной и подземной фитомассе. При этом надземная продукция была в 4,5 раза больше подземной. Соотношение масса надземных органов : масса подземных органов у растений из ОК2 составило 4 : 1, а из ВЮ3 — 5 : 1.

Под влиянием человека на больших территориях происходит изменение запасов органических веществ, что влияет на потоки углерода в его малом биологическом круговороте. Для того чтобы оценить эти изменения, необходимо знать запасы углерода в природных фитоценозах и ценопопуляциях отдельных видов.

Сумма органических веществ в надземных органах *Leucanthemum vulgare* Lam. в условиях республики изменялась от 5,28 до 17,25 г/м<sup>2</sup>, в подземных органах их было значительно меньше — от 0,90 до 1,25 г/м<sup>2</sup>. Количество органических веществ в надземной и подземной сферах *Leucanthemum vulgare* Lam. зависело от условий среды: ВЮ3 < ОК2 < В1 (рис. 1).

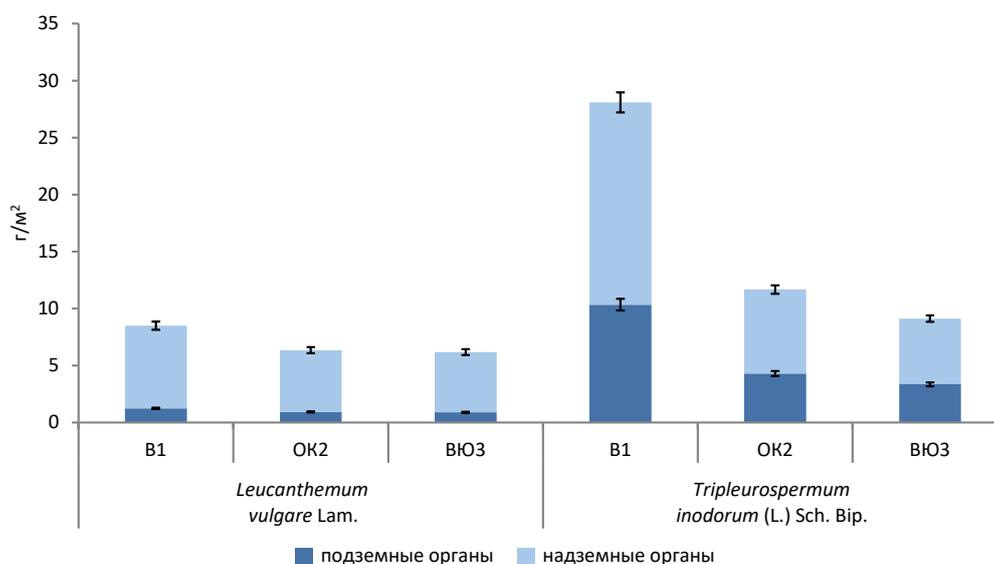


Рис. 1. Сумма органического вещества в растениях. Использованные сокращения: В1 — Восточный природный район, ОК2 — Оршанско-Кокшагский природный район, ВЮ3 — Ветлужско-Юшутский природный район

Аналогичная тенденция была выявлена и для особей *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. Однако растения данного вида в условиях Республики Марий Эл характеризовались более высоким содержанием суммы органических веществ в надземных и подземных органах по сравнению с *Leucanthemum vulgare* Lam.

Ценопопуляции изучаемых видов характеризовались специфическими особенностями аккумуляции углерода в растительных тканях. Так, наибольшее количество углерода было характерно для ЦП *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip, расположенных в природном районе В1 — 14,09 г/м<sup>2</sup>, на втором месте располагались ЦП ОК2 — 5,86 г/м<sup>2</sup>, на третьем — ЦП ВЮ3 — 4,58 г/м<sup>2</sup>. Наибольшей аккумулирующей способностью характеризовались надземные органы растений (рис. 2).

В растительных тканях *Leucanthemum vulgare* Lam. углерода аккумулировалось меньше, чем у *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. Расчет запаса углерода в пуле надземной травянистой фитомассы *Leucanthemum vulgare* Lam. показал, что значения составляли 2,75—3,78 г/м<sup>2</sup>. Количество углерода в подземной фитомассе растений изменялось от 0,42 до 0,59 г/м<sup>2</sup>.

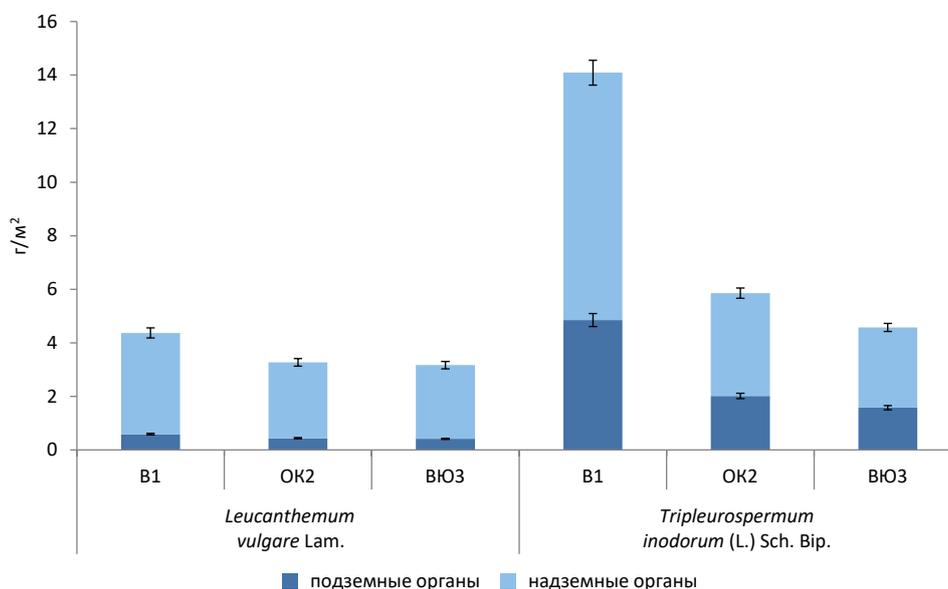


Рис. 2. Содержание углерода в растениях. Использованные сокращения: В1 — Восточный природный район, ОК2 — Оршанско-Кокшагский природный район, ВЮ3 — Ветлужско-Юшутский природный район

### Заключение

Запасы фитомассы, содержание суммы органических веществ и количество углерода в растительных сообществах являются важными информационными показателями, обеспечивающими возможность оценки природных условий формирования луговых фитоценозов.

В ходе исследования было установлено:

1. Фитоценозы, расположенные на территории Восточного природного района Республики Марий Эл, характеризовались наибольшим видовым разнообразием (48 видов, относящихся к 19 семействам).

2. Растения-доминанты данных сообществ — *Leucanthemum vulgare* Lam. и *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip в составе этих фитоценозов характеризовались наибольшей фитомассой, массой надземных и подземных органов, содержанием суммы органических веществ и количеством углерода.

3. Интенсивность запасаения фитомассы достоверно зависела от уровня освещенности местообитаний, увлажнения, кислотности и аллювиальности почв, степени пастбищной дигрессии.

4. Наибольшей фитомассой характеризовались фитоценозы, расположенные на полуоткрытых пространствах, при переменном обеспеченном сухо-свежелуговом увлажнении почвы, на слабокислых и очень слабо аллювиальных почвах, при умеренном выпасе мелкого и крупного рогатого скота (полупастбищная стадия).

#### Список источников

1. Абрамов Н. В. Конспект флоры Республики Марий Эл. Йошкар-Ола : МарГУ, 1995. 192 с.
2. Алексеев И. А. Показатели биомассы травяной растительности как критерий оценки элементарных ландшафтов долинных комплексов юга Амура-Зейской равнины // География и природные ресурсы. 2006. № 3. С. 95—99.
3. Бабанов Ю. В., Гусева А. А., Ступишин А. В. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / под ред. А. В. Ступишина. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1964. 197 с.
4. Боголюбов А. С., Кравченко М. В. Оценка экологических характеристик лугов по растительному покрову. М. : Экосистема, 2002. 41 с.
5. Воскресенская О. Л., Алябышева Е. А., Половникова М. Г. Большой практикум по биоэкологии : учеб. пособие. Ч. 1. Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2006. 107 с.
6. Демакина И. И., Завьялова Е. В., Бузуева А. С., Фисенко Б. В. Экологические особенности формирования плодородия и продуктивности биоценозов на черноземных почвах Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 23—26. DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp23-26.
7. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoscaleWin : учеб. пособие / Е. В. Зубкова, Л. Г. Ханина, Т. И. Грохлина, Ю. А. Дорогова. Йошкар-Ола : МарГУ, Пущинский гос. ун-т, 2008. 96 с.
8. Методика количественного определения поглощенного объема парниковых газов. М., 2017. 25 с.
9. Полевой А. Н., Божко Л. Е., Барсукова Е. А. Формирование продуктивности луговой и степной растительности в условиях изменения климата // Фундаментальная и прикладная климатология. 2019. Т. 3. С. 102—126. DOI: 10.21513/2410-8758-2019-3-102-126.
10. Продуктивность травяных экосистем : справочник / сост. А. А. Титлянова, С. В. Шибарева ; Почвенный ин-т имени В. В. Докучаева ; Ин-т почвоведения и агрохимии СО РАН. М. : Изд-во МБА, 2020. 100 с.
11. Работнов Т. А. Фитоценология. М. : Изд-во МГУ, 1992. 352 с.
12. Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижигов О. Н. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М. : Сельхозгиз, 1956. 472 с.
13. Сайдаминов Х. Х., Миниязова Н. А., Атоев М. Х., Абдуллаев А. Биологическая продуктивность некоторых видов бобовых культур в условиях почвенной засухи // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2016. Т. 59, № 5-6. С. 264—269.
14. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. : Наука, 1983. 197 с.
15. Karbivska U., Masyk I., Butenko A., Onychko V., Onychko T., Kriuchko L., Rozhko V., Karpenko O., Kozak M. Nutrient balance of sod-podzolic soil depending on the productivity of meadow agrophytocenosis and fertilization // Ecological Engineering & Environmental Technology. 2022. Vol. 23, N 2. P. 70—77. DOI: 10.12912/27197050/144957.
16. Skuodienė R., Repšienė R., Karčauskienė D., Katutis K., Sendžikienė E. The effect of meadow phytocenoses productivity and herbage quality on the energy value of biomass // Zemdirbyste-Agriculture. 2013. Vol. 100, N 4. P. 349—354. DOI: 10.13080/z-a.2013.100.044.

#### References

1. Abramov N. V. *Konspekt flory Respubliki Marii El* [Synopsis of the flora of the Republic of Mari El]. Yoshkar-Ola, MarGU Publ., 1995. 192 p. (In Russian)

2. Alekseev I. A. Pokazateli biomassy travyanoi rastitel'nosti kak kriterii otsenki elementarnykh landshaftov dolinnykh kompleksov yuga Amuro-Zeiskoi ravniny [Bioweight parameters of grass vegetation as an assessment criterion for elementary landscapes of the valley complexes in the South of the Amur-Zeya plain]. *Geografiya i prirodnye resursy — Geography and Natural Resources*, 2006, no. 3, pp. 95—99. (In Russian)
3. Babanov Yu. V., Guseva A. A., Stupishin A. V. *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Srednego Povolzh'ya* [Physical-geographical zoning of the Middle Volga region]. Kazan, un-t Publ., 1964. 197 p. (In Russian)
4. Bogolyubov A. S., Kravchenko M. V. *Otsenka ekologicheskikh kharakteristik lugov po rastitel'nomu pokrovu* [Assessment of ecological characteristics of meadows by vegetation cover]. Moscow, Ekosistema Publ., 2002. 41 p. (In Russian)
5. Voskresenskaya O. L., Alyabysheva E. A., Polovnikova M. G. *Bol'shoi praktikum po bioekologii: ucheb. posobie. Ch. 1* [Large workshop on bioecology. Textbook. Part 1]. Yoshkar-Ola, Mar. gos. un-t Publ., 2006. 107 p. (In Russian)
6. Demakina I. I., Zav'yalova E. V., Buzueva A. S., Fisenko B. V. *Ekologicheskie osobennosti formirovaniya plodorodiya i produktivnosti biotsenozov na chernozemnykh pochvakh Saratovskoi oblasti* [Ecological features of the formation of fertility and productivity of biocenoses on chernozem soils of the Saratov region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal — Agrarian Scientific Journal*, 2022, no. 12, pp. 23—26. DOI: 10.28983/asj.y2022i12pp23-26. (In Russian)
7. Zubkova E. V., Khanina L. G., Grokhlina T. I., Dorogova Yu. A. *Komp'yuternaya obrabotka geobotanicheskikh opisaniy po ekologicheskim shkalam s pomoshch'yu programmy EcoScaleWin: ucheb. posobie* [Computer processing of geobotanical descriptions on ecological scales using the EcoScaleWin program. Textbook]. Yoshkar-Ola, MarGU, Pushchinskii gos. un-t Publ., 2008. 96 p. (In Russian)
8. *Metodika kolichestvennogo opredeleniya pogloshchennogo ob'ema parnikovykh gazov* [Methodology for quantitative determination of the absorbed volume of Greenhouse gases]. Moscow, 2017. 25 p. (In Russian)
9. Polevoi A. N., Bozhko L. E., Barsukova E. A. *Formirovanie produktivnosti lugovoi i stepnoi rastitel'nosti v usloviyakh izmeneniya klimata* [Formation of productivity of meadow and steppe vegetation under climate change]. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya — Fundamental and Applied Climatology*, 2019, vol. 3, pp. 102—126. DOI: 10.21513/2410-8758-2019-3-102-126. (In Russian)
10. Titlyanova A. A., Shibareva S. V. (comp.) *Produktivnost' travyanykh ekosistem: spravochnik* [Productivity of Grass Ecosystems. A Handbook]. Moscow, MBA Publ., 2020. 100 p. (In Russian)
11. Rabotnov T. A. *Fitotsenologiya* [Phytocenology]. Moscow, MGU Publ., 1992. 352 p. (In Russian)
12. Ramenskii L. G., Tsatsenkin I. A., Chizhikov O. N. *Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodii po rastitel'nomu pokrovu* [Ecological assessment of fodder lands by vegetation cover]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1956. 472 p. (In Russian)
13. Saidaminov Kh. Kh., Miniyazova N. A., Atoev M. Kh., Abdullaev A. *Biologicheskaya produktivnost' nekotorykh vidov bobovykh kul'tur v usloviyakh pochvennoi zasukhi* [Biological productivity of certain legumes under soil drought]. *Doklady Akademii nauk Respubliki Tadjikistan*, 2016, vol. 59, no. 5-6, pp. 264—269. (In Russian)
14. Tsyganov D. N. *Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoino-shirokolistvennykh lesov* [Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests]. Moscow, Nauka Publ., 1983. 197 p. (In Russian)
15. Karbivska U., Masyk I., Butenko A., Onychko V., Onychko T., Kriuchko L., Rozhko V., Karpenko O., Kozak M. *Nutrient balance of sod-podzolic soil depending on the productivity of meadow agrophytocenosis and fertilization*. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 2022, vol. 23, no. 2, pp. 70—77. DOI: 10.12912/27197050/144957.
16. Skuodienė R., Repšienė R., Karčauskienė D., Katutis K., Sendžikienė E. *The effect of meadow phytocenoses productivity and herbage quality on the energy value of biomass*. *Zemdirbyste-Agriculture*, 2013, vol. 100, no. 4, pp. 349—354. DOI: 10.13080/z-a.2013.100.044.

#### Информация об авторах

**Ю. М. Николаева** — биолог

**О. Л. Воскресенская** — доктор биологических наук, профессор

**Е. А. Алябышева** — кандидат биологических наук, доцент

**Е. В. Сарбаева** — кандидат биологических наук, доцент

**Information about the authors**

*Yu. M. Nikolaeva* — Biologist

*O. L. Voskresenskaya* — Doctor of Biological Sciences, Professor

*E. A. Alyabysheva* — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

*E. V. Sarbaeva* — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Статья поступила в редакцию 20.12.2022; одобрена после рецензирования 14.04.2023;  
принята к публикации 20.05.2023

The article was submitted 20.12.2022; approved after reviewing 14.04.2023;  
accepted for publication 20.05.2023