

РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

DOI: 10.15372/RMAR20230101

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ *HALIMIONE VERRUCIFERA*
(CHENOPODIACEAE) В СОЛОНЦЕВАТЫХ СТЕПЯХ СЕВЕРНОЙ КУЛУНДЫ

Г.К. Зверева^{1,2}

¹ Новосибирский государственный педагогический университет,
630126, Новосибирск, ул. Виллюйская, 28, Россия

² Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
630501, Новосибирская обл., Краснообск, Россия; labsp@ngs.ru

На солонцах и солончаках северной части Кулундинской степи часто формируются ценозы с преобладанием *Halimione verrucifera*, полукустарничка с суккулентными листьями из семейства Chenopodiaceae. Изучена динамика накопления надземной массы этого вида при разных режимах использования угодий на примере четырех сообществ солонцеватой степи Северной Кулунды в пределах Новосибирской области. Описание растительности проводилось с помощью стандартных геоботанических методик, надземная фитомасса определялась укосным методом. Показано, что объем надземной массы *Halimione verrucifera* значительно изменяется по годам и во многом зависит от режима хозяйственного использования степных сообществ. За пять лет наблюдений выявлены достоверные корреляции между массой *Halimione verrucifera* и общей надземной фитомассой сообществ при абсолютном заповедовании и наличии слабого выпаса в отдельные годы. Отмечено, что в сезоны с повышенным количеством осадков происходит быстрое разрастание *Halimione verrucifera*, а устойчивость к засухе позволяет этому виду укрепиться в травостое в засушливые годы на фоне подсыхания злаков. На пастбищах *Halimione verrucifera* слабо поедается и устойчива к вытаптыванию. При длительном умеренном выпасе у *Halimione verrucifera* образуются многочисленные мелкие побеги, которые могут составлять основную часть фитомассы пастбища. Распространение и сохранение *Halimione verrucifera* в солонцеватых сообществах Северной Кулунды в основном определяются процессами усиления засоления почвы, которые могут быть обусловлены как ее уплотнением под действием пастбищной нагрузки, так и климатическими флуктуациями.

Ключевые слова: солонцеватая степь, надземная фитомасса, заповедование, пастбищная дигрессия, Северная Кулунда.

Для цитирования: Зверева Г.К. 2023. Динамика накопления надземной массы *Halimione verrucifera* (Chenopodiaceae) в солонцеватых степях Северной Кулунды. *Раст. мир Азиатской России*. 16(1):5-12 DOI 10.15372/RMAR20230101

ВВЕДЕНИЕ

Для растительного покрова Северной Кулунды характерна большая пестрота и комплексность, во многом это обусловлено наличием разного типа солонцов и солончаков. На солончаках и корковых солонцах часто формируются ценозы с преобладанием *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen, ее присутствие отмечается и на средних солонцах в составе типчаковых и полынно-бескильницевоых сообществ (Вандакурова, 1963).

Halimione verrucifera (обиона бородавчатая, халимион бородавчатый, лебеда бородавчатая) – невысокий полукустарничек с суккулентными листьями из сем. Chenopodiaceae. Обиона очень устойчива к засолению почвы и характеризуется как облигатный эугалофит с C₃ фотосинтетическим метаболизмом (Шуйская и др., 2014). По

классификации Н.И. Акжигитовой (1982) *Halimione verrucifera* относится к гипергалофитам, так как сохраняет доминирующую роль при высокой сумме солей в почве – 2.3–3.0 % (Горяев, Кораблев, 2020). Распространяется обиона семенами, но может быстро разрастаться и с помощью простирающихся и укореняющихся стеблей (Гребенюк, 2008; Надежкин, Кузнецов, 2010).

В побегах *Halimione verrucifera* высоко содержание оксалатов (Davis, 1979), а также аккумулируется значительное количество катионов Na⁺ и K⁺, не зависящее от их концентрации в почве, избыточное содержание натрия сочетается с накоплением пролина, выполняющего функцию антиоксиданта и осмопротектора (Рахманкулова и др., 2015, 2019). Устойчивость обионы к повышенным концентрациям солей в почве также связана с вы-

соким содержанием катионов Ca^{2+} , имеющим защитное действие при засолении, и фосфорных соединений, играющих важную роль в энергообеспеченности клеток (Кусакина и др., 2000, 2004).

Большое количество оксалатов натрия и калия приводит к нарушению солевого обмена у животных, поедающих в первую очередь вегетативные побеги обионы, по мере созревания растений концентрация солей в них снижается (Смирнова и др., 2020). В целом для обионовых сообществ характерна высокая производительность пастбищной массы, которую даже рекомендуют использовать для КРС и овец в позднелетний период (Вандакурова, 1963).

Продуктивность сообществ на солонцовых комплексах в основном зависит от особенностей водно-солевого режима почв и сильно изменяется по годам. Например, в благоприятные по увлажнению сезоны вегетации максимальная надземная масса пастбищных полынных сообществ на полупустынных солонцах Ергенинской возвышенности и Прикаспийской низменности в 3.6–5.4 раза больше по сравнению в засушливыми (Джапова, 2007). Во многом это связано с неблагоприятными водно-физическими свойствами солонцов. Так, уплотненный солонцовый горизонт трудно проницаем для воды и препятствует ее прохождению, что делает почву вязкой и клейкой во влажном состоянии и вызывает образование крупных и плотно

сложенных отдельностей в сухом (Гедройц, 1955). Повышенное количество атмосферных осадков задерживается в верхнем почвенном слое и может способствовать увеличению накопления солей в почвенном растворе (Ковда, 1946). В засушливые периоды в связи с подтягиванием солей при возрастании плотности почвы процессы засоления также усиливаются.

Нами показано, что на формирование надземной массы солонцеватых степей при заповедовании основное влияние оказывают метеорологические условия отдельных лет (Зверева, 2022). Задача настоящей работы – изучение динамики накопления надземной фитомассы *Halimione verrucifera* в солонцеватых степях Северной Кулунды при различных режимах использования травостоя и разных погодных условиях вегетационного сезона.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в Баганском и Чистоозерном р-нах Новосибирской обл. (северная часть Кулундинской степи) в четырех сообществах солонцеватой степи с разными режимами хозяйственного использования (см. таблицу). Объем надземной массы *Halimione verrucifera* на умеренно деградированных пастбищах определен в 2013 и 2022 гг., при абсолютном заповедовании и слабом выпасе – в 2017 и 2019–2022 гг. Почвы участков – мелкие и средние солонцы.

Краткая характеристика изученных сообществ солонцеватой степи Северной Кулунды, июль 2017 и 2022 гг.

Brief description of the studied communities of the solonchic steppe of Northern Kulunda, July

Сообщество	Координаты	ОПП ППН	СВТ ВПН	ЖНФМ НМ <i>Halimione verrucifera</i>
Абсолютное заповедование, 2017 г.				
Бескильницево-полынно-обионовое (<i>Halimione verrucifera</i> , <i>Artemisia nitrosa</i> , <i>Puccinellia tenuissima</i>)	N 54°04'44.75"	50–70	25–45	21.8±1.9
	E 77°42'21.52"	30–45	23–28	6.9±0.5
Полынно-солонечниково-типчакое (<i>Festuca pseudovina</i> , <i>Galatella biflora</i> , <i>Artemisia nitrosa</i>)	N 54°04'46.13"	30–50	20–35	12.5±1.1
	E 77°42'20.77"	3–7	20–25	1.8±0.1
Пастбище, слабый выпас в отдельные годы, II стадия дигрессии, 2017 г.				
Тонконогово-полынно-типчакое (<i>Festuca pseudovina</i> , <i>Artemisia nitrosa</i> , <i>Koeleria cristata</i>)	N 54°06'34.37"	40–60	15–35	7.7±0.6
	E 77°40'57.76"	1–3	30–38	0.1±0.01
Пастбище, III стадия дигрессии, 2022 г.				
Бескильницево-типчакое-обионовое (<i>Halimione verrucifera</i> , <i>Festuca pseudovina</i> , <i>Puccinellia distans</i>)	N 54°46'02.11"	20–30	5–20	9.2±0.7
	E 76°37'06.58"	10–15	12–17	4.8±0.2

Примечание. ОПП – общее проективное покрытие, %; ППН – проективное покрытие *Halimione verrucifera*, %; СВТ – средняя высота травостоя, см; ВПН – высота генеративных побегов *Halimione verrucifera*, см; ЖНФМ – живая надземная фитомасса, ц/га возд.-сух. массы; НМ – надземная масса *Halimione verrucifera*, ц/га возд.-сух. массы.

Notes. ОПП – total projective cover, %; ППН – projective cover of *Halimione verrucifera*, %; СВТ – average height of the herbage, cm; ВПН – height of *Halimione verrucifera* shoots, cm; ЖНФМ – live aboveground phytomass, center/hectare of air-dry mass; НМ – aboveground mass of *Halimione verrucifera*, center/hectare of air-dry mass.

Описание растительности проводилось с помощью стандартных геоботанических методик (Полевая геоботаника, 1964, 1972). Надземная фитомасса (НФМ) сообществ и отдельных видов растений определялась в июле укосным методом с площадок 0.25 м² в 10-кратной повторности и высушивалась до воздушно-сухого состояния. В надземной фитомассе различали живую НФМ и надземную мортмассу, состоящую из ветоши и подстилки (Базилевич, 1993). Выделяли четыре стадии пастбищной дигрессии: I – естественное состояние растительности при незначительном выпасе; II – начальные стадии угнетения травостоя при постоянном выпасе; III – угнетение травостоя при усиленном выпасе; IV – сбой (Горшкова, 1983).

Названия видов растений приведены согласно “Конспекту флоры Азиатской России: Сосудистые растения” (2012). Количественные признаки обработаны общепринятыми статистическими методами с помощью пакета компьютерных программ Statistica 10.

Вегетационные сезоны 2017, 2020 и 2022 гг. отличались засушливостью и повышенным температурным режимом (Расписание погоды, <http://rp5.ru>). Так, с мая по июль в 2020 г. и 2022 г. выпало осадков в 1.7 раза, а в 2017 г. – в 2.6 раза меньше нормы. Напротив, за этот период в 2013 и 2021 гг. осадков было в 1.3–1.4 раза, а в 2018 г. – в 1.6 раза больше средних значений. Более близким к средним показателям был сезон вегетации 2019 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика накопления надземной массы *Halimione verrucifera* на заповедных местообитаниях солонцеватой степи рассмотрена на примере двух сообществ: бескильницево-полынно-обионового и полынно-солонечниково-типчакового. При этом режиме флуктуации НФМ во многом обусловлены метеоусловиями отдельных лет. Так, в засушливом 2017 г. в первом ценозе (см. таблицу) преобладали полукустарнички *Halimione verrucifera* и *Artemisia nitrosa* Web. ex Stechm. с примерно одинаковым весовым участием, их масса составила 60–62 % от живой НМФ. Во втором ценозе (см. таблицу) *Halimione verrucifera* встречалась отдельными побегами и небольшими скоплениями, ее доля в живой НМФ – 12–15 %, а 40–50 % от общего проективного покрытия имела *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb., которая к середине летнего периода подсохла, но к этому времени в большом обилии сформировались побеги *Galatella biflora* (L.) Nees.

Повышенное количество осадков в следующем, 2018 г., вероятно, создало условия для более интенсивного развития *Halimione verrucifera*, осо-

бенно во втором местообитании, которое больше подвержено временному застаиванию воды на поверхности почвы. В результате в 2019 г. весовое участие обионы в обоих сообществах возросло (рис. 1): в первом ценозе – в 1.3, а во втором – в 2.2 раза, где отмечалось много мелких вегетативных побегов этого вида.

Подобное, но более выраженное сочетание повышено влажного и сильно засушливого сезонов вегетации наблюдалось, соответственно, в 2021 и 2022 гг., что также привело к резкому возрастанию массы *Halimione verrucifera* в обоих местообитаниях. Интенсивные осадки в первую половину лета 2021 г. способствовали вымоканию злаков, особенно *Festuca pseudovina* и *Koeleria cristata* (L.) Pers. во втором сообществе, заметному разрастанию *Halimione verrucifera* и *Limonium coralloides* (Tausch) Lincz. и небольшому увеличению массы *Artemisia nitrosa*. Отмечено появление скоплений высоких побегов однолетнего суккулентного растения *Sedobassia sedoides* (Pall.) Freitag et G. Kadeleit во втором ценозе. К концу сезона проективное покрытие обионы составляло 70–80 % от общего покрытия, ее доля в живой НФМ первого сообщества – 50–53 %, а во втором она достигла 80–84 %.

В условиях сильной весенне-летней засухи следующего, 2022 г. наблюдалось укрепление по-

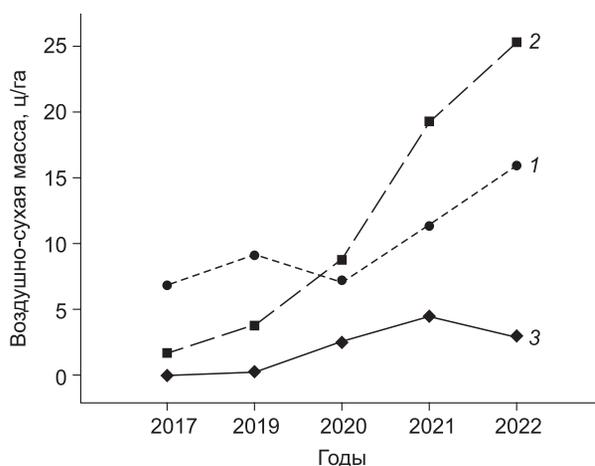


Рис. 1. Динамика накопления надземной массы *Halimione verrucifera* в сообществах солонцеватой степи при абсолютном заповедовании (1, 2) и слабом выпасе в отдельные годы (3).

Сообщество: 1 – бескильницево-полынно-обионовое; 2 – полынно-солонечниково-типчаковое; 3 – тонконогово-полынно-типчаковое.

Fig. 1. Dynamics of accumulation of the aboveground mass of *Halimione verrucifera* in communities of solonchek steppe with absolute protective regime (1, 2) and weak grazing in some years (3).

Community: 1 – Puccinellia-sagebrush-Halimione; 2 – sagebrush-Galatella-fescue; 3 – June grass-sagebrush-fescue.

зий и дальнейшее разрастание *Halimione verrucifera*, в обоих ценозах она занимала от 60 до 90 % общего проективного покрытия. У обионы сформировались многочисленные высокие генеративные побеги. В связи с этим, несмотря на дефицит влаги и практическое отсутствие злаков, надземная фитомасса ценозов возросла по сравнению с прошлым годом в 1.4–2.0 раза.

Длительная засушливость вегетационного периода, которому не предшествовало повышенное атмосферное увлажнение предыдущего года, наблюдалась в 2020 г. Засуха привела к сильному подсыханию растений, в первую очередь злаков. *Halimione verrucifera* сохранилась лучше, но находилась в угнетенном состоянии, с частично подсыхшими листьями и редкими генеративными побегами, в то же время у нее отмечалось много небольших вегетативных побегов высотой 5–12 см.

В итоге, в связи с преобладанием эугалофитов и криногалофитов к июлю 2022 г. первое сообщество описано как разнотравно-полынно-обионое (*Halimione verrucifera*, *Artemisia nitrosa*, *Plantago cornuti* Gouan, *Limonium coralloides*), а второе – как полынно-кермеково-обионое (*Halimione verrucifera*, *Limonium coralloides*, *Artemisia nitrosa*), в НФМ которых весовое участие *Halimione verrucifera* составило 51–54 %. Побеги обионы отличались хорошей облиственностью, доля листьев и соцветий в их сырой надземной массе колебалась от 75 до 82 %. Восстановления злаков не произошло, они полностью отсутствовали во втором местообитании, а в первом были представлены лишь редкими побегами *Puccinellia tenuissima* и *Leymus ramosus*

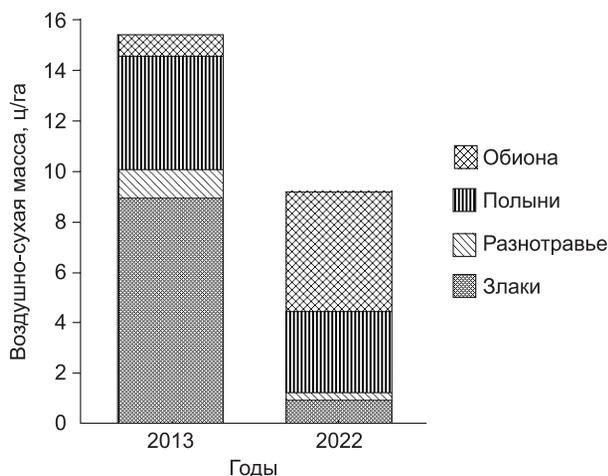


Рис. 2. Структура живой НФМ типчаково-полынно-ковыльного сообщества солонцеватой степи в июле 2013 и 2022 гг.

Fig. 2. The structure of the live aboveground phytomass of the fescue-sagebrush-feather grass community of solonchek steppe in July 2013 and 2022.

(Trin.) Tzvelev. За годы наблюдений масса *Halimione verrucifera* в обоих ценозах возрасла от 1.8 до 25.2 ц/г возд.-сух. массы, при этом ее динамика была тесно взаимосвязана с живой НФМ сообществ с коэффициентом линейной корреляции $r = 0.88^*$. Вероятно, столь интенсивное повышение массы обионы отчасти может быть обусловлено более частыми повышено влажными периодами за последние годы.

В условиях слабого выпаса в тонконогово-полынно-типчаковом сообществе (см. таблицу) в 2017 г. *Halimione verrucifera* присутствовала в виде отдельных пятен, ее весовое участие составило 1–2 % от живой НФМ. Интенсивные осадки в июне следующего года способствовали постепенному разрастанию обионы, а в течение последующих двух засушливых сезонов вегетации она достаточно хорошо удерживалась в травостое. В более влажном 2021 г. весовая доля *Halimione verrucifera* в ценозе достигла 30–33 %, при этом продуктивность злаков немного снизилась и составила 33–36 %. В 2022 г. обиона наблюдалась в виде пятен и вкраплений и занимала примерно 5–9 % проективного покрытия, находясь в хорошем состоянии, она формировала многочисленные генеративные побеги, но ее дальнейшее распространение в сообществе стабилизировалось. В годы исследований основную часть проективного покрытия составляли злаки, но их доля в живой НФМ постепенно сокращалась с 68 до 32 %. Как и в предыдущих местообитаниях, здесь также отмечена тесная взаимосвязь между надземной массой сообщества и *Halimione verrucifera* ($r = 0.96^*$), в то же время достоверной корреляции между живой НФМ ценоза и накоплением злаков не наблюдалось.

Воздействие длительной умеренной пастбищной нагрузки рассмотрено на примере типчаково-полынно-тырсоковильного сообщества (*Stipa capillata* L., *Artemisia nitrosa*, *Festuca pseudovina*), описанного нами в умеренном влажном 2013 г., в котором *Halimione verrucifera* встречалась редко, отдельными вкраплениями. При выпасе обиона слабо поедается, основное воздействие на нее оказывает вытаптывание. Снижение конкуренции со стороны кормовых растений и подтягивание вредных водорастворимых солей из нижних горизонтов к поверхности почвы при ее уплотнении также способствовали распространению этого вида. В результате к июлю 2022 г. сформировалось бескильницево-типчаково-обионое сообщество с низким травостоем (см. таблицу). Общее проективное покрытие уменьшилось в 2.0–2.5 раза, запасы надземной фитомассы – в 1.7 раза, при этом весовое участие злаков, отчасти из-за практического отсутствия *Stipa capillata*, снизилось почти в

10 раз, а масса *Halimione verrucifera* возросла в 5.3 раза (рис. 2). На пастбище обиона представлена многочисленными невысокими стелющимися вегетативными побегами с низкой облиственностью. Достаточно мощная подстилка, составляющая 48 % от НФМ, в основном представлена сухими одревесневшими нижними частями побегов обионы. Распространение *Halimione verrucifera* привело к снижению кормовой ценности травостоя и стало одним из проявлений пастбищной дигрессии на солонцеватых степях.

В целом погодные условия вегетативных сезонов и антропогенное воздействие оказывают заметное влияние на развитие *Halimione verrucifera*. Так, увеличение количества выпавших осадков, приводящих к повышению влажности и засоленности почв, способствует более интенсивному ее отрастанию в степях Северной Кулунды. Появление и увеличение присутствия в гидроморфном поясе *Halimione verrucifera* отмечалось также в условиях Северо-Западного Прикаспия во влажные годы при усилении гигро- и галофильности почвенно-растительного покрова (Лазарева, 2021). В то же время в условиях умеренного водного дефицита этот вид проявляет черты засухоустойчивости и отличается нечувствительностью устьиц (Рахманкулова и др., 2020). Плохая поедаемость позволяет обионе удерживаться на сбитых пастбищах. Например, отмечается сохранность ее куртин на сильно деградированных бескильничевых сообществах окрестностей Кулундинского озера (Елесова, 2009). В связи с достаточно большой амплитудой толерантности к засолению почв и антропогенной нагрузке по физиологическим характеристикам и содержанию химических веществ выделяют разные экотипы *Halimione verrucifera* (Karimi, Asareh, 2007).

Таким образом, выраженные черты галоксерофитизма усиливают приспособленность *Halimione verrucifera* к засоленным местообитаниям при разных погодных условиях отдельных лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сохранение и распространение *Halimione verrucifera* в солонцеватых степях Северной Кулунды во многом связано с периодическим возрастанием засоления почвы, которое может быть обусловлено как ее уплотнением под действием пастбищной нагрузки, так и климатическими флюктуациями. При повышенном количестве осадков в отдельные годы наблюдается быстрое разрастание *Halimione verrucifera*, а устойчивость этого вида к засухе позволяет укрепиться в травостое в последующие более сухие годы на фоне подсыхания злаков. При заповедовании в засушливые

годы обиона обнаруживает черты стресс-толеранта, во влажные сезоны при ослаблении позиций злаков, особенно при их вымокании, у нее проявляется реактивность в размножении, что свойственно рудералам. При слабом переувлажнении верхнего надсолонцового горизонта после осадков отмечается менее заметное разрастание *Halimione verrucifera*, которое в дальнейшем тормозится воздействием засушливых периодов. Длительный выпас сельскохозяйственных животных приводит к образованию многочисленных стелющихся мелких побегов у этого вида, которые могут составлять основную часть фитомассы пастбища. В целом погодичные изменения надземной массы *Halimione verrucifera* при разных режимах использования травостоя довольно значительны, что оказывает воздействие и на формирование общей продуктивности солонцеватых степей.

Благодарности. Исследования выполнены в рамках государственного задания № 0533-2022-0008 Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Акжигитова Н.И.** 1982. Галофильная растительность Средней Азии и ее индикационные свойства. Ташкент. 190 с. [Akzhigitova N.I. 1982. Halophilic vegetation of Central Asia and its indicator properties. Tashkent. 190 p. (in Russian)]
- Базилевич Н.И.** 1993. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М. 293 с. [Bazilevich N.I. 1993. Biological productivity of ecosystems of Northern Eurasia. Moscow. 293 p. (in Russian)]
- Вандакурова Е.В.** 1963. Растительность солонцево-солончакового комплекса Северной Кулунды, ее состояние, пути рационального использования и улучшения. В: Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири. Новосибирск. 188-210. [Vandakurova E.V. 1963. Vegetation of the solontsovo-saline complex of the Northern Kulunda, its condition, ways of rational use and improvement. In: Vegetation of steppe and forest-steppe zones of Western Siberia. Novosibirsk. 188-210. (in Russian)]
- Гедройц К.К.** 1955. Избранные сочинения. Т. 1. Почвенные коллоиды и поглощательная способность почв. М. 560 с. [Gedrojc K.K. 1955. Selected writings. Vol. 1. Soil colloids and the absorption capacity of soils. Moscow. 560 p. (in Russian)]
- Горшкова А.А.** 1983. Основные черты пастбищной дигрессии в степных сообществах Сибири. *Сибирский вестн. с.-х. науки.* 4:51-54. [Gorshkova A.A. 1983. The main features of pasture digression in the steppe communities of Siberia. *Sibirskij Vestnik Sel'skokhozyaystvennoy Nauki = Siberian Herald of Agricultural Science.* 4:51-54. (in Russian)]

- Горяев И.А., Кораблев А.П. 2020.** Галофитная растительность на западе Прикаспийской низменности. *Сиб. экол. журн.* 5:623-631. DOI 10.15372/SEJ20200506 [Goryaev I.A., Korablev A.P. 2020. Halophytic vegetation on the west Caspian lowland. *Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal = Contemporary Problems of Ecology.* 5:623-631. DOI 10.15372/SEJ20200506 (in Russian)]
- Гребенюк С.И. 2008.** К изучению распределения растительных сообществ на засоленных почвах. *Бюл. ботан. сада Саратов. гос. ун-та.* 7:71-75. [Grebenyuk S.I. 2008. To the study of the distribution of plant communities on saline soils. *Byulleten' Botanicheskogo Sada Saratovskogo Gosudarstvennogo Universiteta = Bulletin of Botanic Garden State University.* 7:71-75. (in Russian)]
- Джапова Р.Р. 2007.** Динамика растительного покрова Ергенинской возвышенности и Прикаспийской низменности в пределах Республики Калмыкия: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М. 47 с. [Dzharova R.R. 2007. Dynamics of the vegetation cover of Ergeninsky Upland and Caspian Lowland within Republic of Kalmykia: Abstract of Diss. Dr. Sci. St. Moscow. 47 p. (in Russian)]
- Елесова Н.В. 2009.** Современное состояние растительного покрова окрестностей Кулундинского озера. В: Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Барнаул. 171-176. [Elesova N.V. 2009. Modern conditions of flora and vegetation in vicinities of Kulundas Lake. In: Problems of Botany of South Siberia and Mongolia: Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference. Barnaul. 171-176. (in Russian)]
- Зверева Г.К. 2022.** Динамика надземной фитомассы в сообществах Приобской лесостепи и Северной Кулунды при заповедовании. *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии.* 21(1):81-85. DOI 10.14258/pbssm.2022017 [Zvereva G.K. 2022. Dynamics of aboveground phytomass in the communities of the Ob River forest-steppe and Northern Kulunda during protective regime. *Problemy Botaniki Juzhnoj Sibiri i Mongolii = Problems of Botany of South Siberia and Mongolia.* 21(1):81-85. DOI 10.14258/pbssm.2022017 (in Russian)]
- Ковда В.А. 1946.** Происхождение и режим засоленных почв. Т. I. М.; Л. 574 с. [Kovda V.A. 1946. Origin and regime of saline soils. Vol. I. Moscow, Leningrad. 574 p. (in Russian)]
- Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. 2012.** Новосибирск. 640 с. [Synopsis of the Flora of Asian Russia: Vascular Plants. 2012. Novosibirsk. 640 p. (in Russian)]
- Кусакина М.Г., Орлова Н.В., Кайгородов Р.В. 2000.** Содержание ионов натрия, хлора и фосфорных соединений у галофитов с разными механизмами адаптации к засолению. *Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биология.* 2:106-110. [Kusakina M.G., Orlova N.V., Kaigorodov R.V. 2000. The content of sodium ions, chlorine and phosphorus compounds in halophytes with different mechanisms of adaptation to salinization. *Vestnik Permskogo Universiteta = Bulletin of Perm University. Biology.* 2:106-110. (in Russian)]
- Кусакина М.Г., Филатова Л.А., Орлова Н.В. 2004.** Влияние засоления на содержание кальция и магния у галофитов с различными механизмами регуляции солевого обмена. *Вестн. Перм. ун-та. Биология.* 2:148-150. [Kusakina M.G., Filatova L.A., Orlova N.V. 2004. Salting influence on maintenance of calcium and magnesium in the halophytes with different regulation mechanisms of salting exchange. *Vestnik Permskogo Universiteta = Bulletin of Perm University. Biology.* 2:148-150. (in Russian)]
- Лазарева В.Г. 2021.** Пространственное распределение растительного покрова Северо-Западного Прикаспия в современных геоэкологических условиях: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тюмень. 32 с. [Lazareva V.G. 2021. Spatial distribution of vegetation cover of North-Western Caspian Sea in modern geoeological conditions: Abstract of Diss. Dr. Sci. St. Tyumen. 32 p. (in Russian)]
- Надежкин С.И., Кузнецов И.Ю. 2010.** Полезные, вредные и ядовитые растения. М. 248 с. [Nadezhkin S.I., Kuznetsov I.Yu. 2010. Useful, harmful and poisonous plants. Moscow. 248 p. (in Russian)]
- Полевая геоботаника. 1964.** Под ред. А.А. Корчагина, Е.М. Лавренко. Т. 3. М.; Л.: Наука. 530 с. [Korchagin A.A., Lavrenko E.M. (Eds.). 1964. Field geobotany. Vol. 3. Moscow, Leningrad. 530 p. (in Russian)]
- Полевая геоботаника. 1972.** Под ред. А.А. Корчагина, Е.М. Лавренко. Т. 4. Л.: Наука. 336 с. [Korchagin A.A., Lavrenko E.M. (Eds.). 1972. Field geobotany. Vol. 4. Leningrad. 336 p. (in Russian)]
- Расписание погоды** (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://rp5.ru>. [Weather schedule (Electronic resource). Access mode: <http://rp5.ru>. (in Russian)]
- Рахманкулова З.Ф., Шуйская Е.В., Воронин П.Ю., Усманов И.Ю. 2019.** Сравнительное изучение устойчивости C_3 и C_4 ксерогалофитов рода *Atriplex* в условиях водного дефицита и засоления. *Физиология растений.* 66(2):112-120. DOI 10.1134/S0015330319020106. [Rakhmankulova Z.F., Shuyskaya E.V., Voronin P.Y., Usmanov I.Y. 2019. Comparative study on resistance of C_3 and C_4 xerohalophytes of the genus *Atriplex* to water deficit and salinity. *Physiologia Rasteniy = Russian Journal of Plant Physiology.* 66(2):112-120. DOI 10.1134/S0015330319020106. (in Russian)]
- Рахманкулова З.Ф., Шуйская Е.В., Прокофьева М.Ю., Боровков А.М., Воронин П.Ю. 2020.** Сравнительная оценка вклада компонентов CO_2 /

- H₂O обмена в процесс адаптации к засухе у ксерогалофитов семейства Chenopodiaceae с разным типом фотосинтеза. *Физиология растений*. 67(3): 298-311. DOI 10.31857/S0015330320030197. [Rakhmankulova Z.F., Shuyskaya E.V., Prokofieva M.Y., Borovkov A.M., Voronin P.Y. 2020. Comparative contribution of CO₂/H₂O exchange components to the process of adaptation to drought in xerohalophytes from the family Chenopodiaceae with different types of photosynthesis. *Physiologia Rasteniy = Russian Journal of Plant Physiology*. 67(3):298-311. DOI 10.31857/S0015330320030197. (in Russian)]
- Рахманкулова З.Ф., Шуйская Е.В., Щербаков А.В., Федяев В.В., Биктимерова Г.Я., Хафизова Р.Р., Усманов И.Ю. 2015.** Содержание пролина и флавоноидов в побегах галофитов, произрастающих на территории Южного Урала. *Физиология растений*. 62(1):79-88. DOI 10.7868/S001533031501011X. [Rakhmankulova Z.F., Shuyskaya E.V., Shcherbakov A.V., Fedyaev V.V., Usmanov I.Y., Biktimirova G.Y., Khafisova R.R. 2015. Content of proline and flavonoids in the shoots of halophytes inhabiting the South Urals. *Physiologia Rasteniy = Russian Journal of Plant Physiology*. 62(1):79-88. DOI 10.7868/S001533031501011X. (in Russian)]
- Смирнова Л.А., Цвирко И.П., Ананьев Л.Ю., Жуленко В.Н., Таланов Г.А. 2020.** Ветеринарная токсикология. М. 298 с. [Smirnova L.A., Tsvirko I.P., Ananiev L.Yu., Zhulenko V.N., Talanov G.A. 2020. *Veterinary toxicology*. Moscow. 298 p. (in Russian)]
- Шуйская Е.В., Рахманкулова З.Ф., Биктимерова Г.Я., Щербаков А.В., Федяев В.В., Суюндуков Я.Т., Усманов И.Ю. 2014.** Эколого-физиологический анализ представителей сем. Chenopodiaceae на засоленных почвах Южного Урала. *Растительные ресурсы*. 50(4):614-626. [Shuyskaya E.V., Rakhmankulova Z.F., Biktimirova G.Ya., Sherbakov A.V., Fedyaev V.V., Suyundukov Ya.T., Usmanov I.Yu. 2014. Eco-physiological analysis of Chenopodiaceae species in saline soils of the Southern Urals. *Rastitelnye Resursy = Plant Resources*. 50(4):614-626. (in Russian)]
- Davis A.M. 1979.** Forage quality of prostrate kochia compared with three browse species. *Agronomy Journal*. 71(5):822-824.
- Karimi G., Asareh M. 2007.** The study of salt tolerance and physiological characteristics in *Atriplex verrucifera* ecotypes. *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 13(4(25)):402-409.

DYNAMICS OF ACCUMULATION OF THE ABOVEGROUND MASS OF *HALIMIONE VERRUCIFERA* (CHENOPODIACEAE) IN THE SOLONETZ STEPPES OF NORTHERN KULUNDA

Galina K. Zvereva^{1,2}

¹Novosibirsk State Pedagogical University,
Novosibirsk, Russia

²Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russia; labsp@ngs.ru

On solonetz and salt marshes of the northern part of Kulunda steppe, cenoses with a predominance of *Halimione verrucifera*, a dwarf semishrub with succulent leaves of Chenopodiaceae family are often formed. The dynamics of the accumulation of the aboveground mass of this species under different regimes of land use was studied on the example of four plant communities of solonetzsteppe of Northern Kulunda within Novosibirsk region. The description of vegetation was carried out using standard geobotanical methods, the aboveground phytomass was determined by cutting method. It is shown that the aboveground mass of *Halimione verrucifera* varies greatly from year to year and largely depends on the mode of land use of the steppe communities. During five years of observations, significant correlations were revealed between the mass of *Halimione verrucifera* and the total aboveground phytomass of communities under absolute protective regime and under weak grazing in certain years. It is noted that during seasons with increased rainfall rapid growth of *Halimione verrucifera* occurs, and drought resistance allows this species to strengthen in the herbage during dry years in contrast to drying grasses. On pastures *Halimione verrucifera* is poorly eaten and resistant to trampling. Under long-term moderate grazing, *Halimione verrucifera* produces numerous small shoots, which can make up the main part of the pasture phytomass. The distribution and conservation of *Halimione verrucifera* in the solonetz plant communities of Northern Kulunda are mainly determined by soil salinity increase, which can be caused both by its compaction under hard pastoral use and climatic fluctuations.

Key words: solonetz steppe, overground phytomass, protective regime, pasture digression, Northern Kulunda.

For citation: Zvereva G.K. 2023. Dynamics of accumulation of the aboveground mass of *Halimione verrucifera* (Chenopodiaceae) in the solonetz steppes of Northern Kulunda. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia*. 16(1):5-12 DOI 10.15372/RMAR20230101

Acknowledgements. *The Studies were performed in the framework of the state task No. 0533-2022-0008 Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences.*

ORCID ID

G.K. Zvereva 0000-0001-6282-8688

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received by the editors 09.08.2022

Принята к публикации / Accepted for publication 23.12.2022