

**Динамика надземной фитомассы  
в сообществах Приобской лесостепи и Северной Кулунды  
при заповедовании**

**Dynamics of aboveground phytomass  
in the communities of the Ob River forest-steppe and Northern Kulunda during  
protective regime**

Зверева Г. К.<sup>1,2</sup>

Zvereva G. K.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия. E-mail: labsp@ngs.ru

<sup>1</sup> Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, г. Краснообск, Россия.

<sup>2</sup> Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia

**Реферат.** Формирование травостоя растительных сообществ зависит от природно-климатических особенностей местности и режимов их хозяйственного использования. В 2013–2021 гг. проведено сопоставление динамики надземной фитомассы в степных и луговых сообществах Западной Сибири при абсолютном заповедовании. Состояние растительности изучалось на территории Новосибирской области на примере двух сообществ остепнённого луга (правобережная часть Приобской лесостепи) и двух сообществ солонцеватой степи (северная часть Кулундинской степи). Описание растительного покрова осуществлялось с помощью стандартных геоботанических методик. Показано, что при абсолютном заповедовании луговых сообществ наряду с погодными условиями значительное воздействие на состояние травостоя оказывает избыточное накопление подстилки, достигающей до 57–77 % от общей надземной фитомассы. Это приводит к снижению плотности и массе зелёных побегов, при этом нередко наблюдается разрастание сорных видов растений. На формирование надземной фитомассы солонцеватых степей основное влияние оказывают метеорологические условия отдельных лет. Как в засушливые, так и в повышено влажные годы в травостое снижается участие злаков и усиливается роль солеустойчивого разнотравья, а также полыней и особенно *Halimione verrucifera*.

**Ключевые слова.** Ветошь, заповедование, надземная фитомасса, остепнённый луг, подстилка, Приобская лесостепь, Северная Кулунда, солонцеватая степь.

**Summary.** The formation of the herbage of plant communities depends on the natural and climatic features of the area and the modes of their economic use. In 2013–2021, the comparison of dynamics of aboveground phytomass in steppe and meadow communities of Western Siberia at an absolute protective regime was carried out. The state of vegetation was studied on the territory of the Novosibirsk region on the example of two communities of the steppe meadow (the right-bank part of the Ob River forest-steppe) and two communities of the solonetzic steppe (the northern part of the Kulunda steppe). The vegetation cover was described according to the standard geobotanical techniques. It is shown that at an absolute protective regime of meadow communities, along with weather conditions, the considerable impact on the condition of the herbage is significantly affected by the excessive accumulation of plant litter, which reaches up to 57–77 % of the total aboveground phytomass. This leads to decrease in the density and mass of green shoots, while the overgrowth of weed plant species is often observed. The meteorological conditions of separate years have the main impact on formation of the aboveground phytomass of solonetzic steppes. Both in dry and highly humid years, the participation of grasses in the herbage decreases and the role of salt-tolerant forbs, as well as sagebrushes and especially *Halimione verrucifera*, increases.

**Key words.** Dead grass, Ob River forest-steppe, overground phytomass, Northern Kulunda, plant litter, protective regime, solonetzic steppe, steppe meadow.

**Введение.** В настоящее время в связи с изменяющимися условиями хозяйствования часть растительных сообществ находится в режиме заповедования, при этом процессы формирования травостоя зависят от природно-климатических особенностей местности.

При абсолютном заповедовании луговых степей и лугов европейской части России наблюдается значительное накопление надземной мортмассы, так, что она может превышать массу зелёных побегов, при этом происходит снижение видового разнообразия растений и плотности их побегов, возрастает участие в травостое корневищных злаков, а доля бобовых сокращается (Макаревич и др., 1968; Семенова-Тян-Шанская, 1977, Собакинских, 1986, 1997; и др.). В условиях Восточной и Западной Европы также отмечают, что на неиспользуемых лугах нередко наблюдается смена доминантов на первых стадиях сукцессии, снижается видовая насыщенность, масса подстилки увеличивается, но возрастает скорость её разложения (Losvik, 1999; Wahlman, Milberg, 2002; Csörgő et al., 2013; Jernej et al., 2019; и др.). Нами показано, что в условиях длительного заповедования деградированных остепнённых лугов Приобской лесостепи при наличии весенних палов в отдельные годы значительное воздействие на запасы зеленой надземной фитомассы оказывают метеорологические условия сезонов вегетации (Зверева, 2014).

Избыточное накопление ветоши и подстилки при заповедном режиме степных сообществ также приводит к преобладанию надземной массы над подземной, угнетению основных доминантов, преимущественно, ковылей и замене их малопродуктивными, часто сорными растениями, что в целом изменяет структуру надземного растительного вещества (Горшкова, Монгуш, 1992; Титлянова и др., 2002; Назаренко, Кумачева, 2008; Курбатская, 2009; и др.). Задачей данной работы было сопоставление динамики надземной фитомассы степных и луговых сообществ Западной Сибири при абсолютном заповедовании.

**Методы исследования.** Влияние режима абсолютного заповедования изучалось в Новосибирской области в 2015–2021 г. у двух сообществ остепнённого луга, расположенных на севере Черепановского района (правобережная Приобская лесостепь), и в 2013–2021 г. у двух ценозов солонцеватой степи, находящихся в Баганском районе (северная часть Кулундинской степи) (табл.).

Сообщества остепнённого луга в Приобской лесостепи сформировались при заповедовании деградированных пастбищ в условиях проведения весенних палов в отдельные годы в течение 1999–2014 гг. К 2015 г. мятликовое сообщество с абсолютным доминированием *Poa angustifolia* L. (III стадия пастбищной дигрессии) трансформировалось в разнотравно-люцерново-злаковое, а одуванчиково-бодяковое (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Taraxacum officinale* Wigg. s. l., IV стадия дигрессии) – в кострцево-бодяковое. Почва – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый. Сообщества солонцеватой степи на солонцовой почве длительное время хозяйственно не используются.

Таблица

Изученные сообщества Приобской лесостепи и Северной Кулунды и их краткая характеристика

Сообщество	Координаты	ОПП, % СВТ, см
<b>Приобская лесостепь, остепнённый луг, 2015 г.</b>		
Разнотравно-люцерново-злаковое ( <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Bromopsis inermis</i> , <i>Medicago falcata</i> , <i>Filipendula ulmaria</i> , <i>Fragaria viridis</i> , <i>Galium verum</i> )	N54°19'54.28"	95–100
	E83°20'52.97"	55–85
Бодяково-кострцево- ( <i>Bromopsis inermis</i> , <i>Cirsium setosum</i> )	N54°19'56.48"	70–80
	E83°20'59.01"	50–95
<b>Северная Кулунда, солонцеватая степь, 2013 г.</b>		
Полынно-бескильницево-обионовое сообщество ( <i>Halimione verrucifera</i> , <i>Puccinellia tenuissima</i> , <i>Artemisia nitrosa</i> )	N54°04'44.75"	40–65
	E77°42'21.52"	15–40
Солонечниково-типчаковое ( <i>Festuca pseudovina</i> , <i>Galatella biflora</i> )	N54°04'46.13"	50–60
	E77°42'20.77"	15–25

Примечания. ОПП – общее проективное покрытие; СВТ – средняя высота травостоя.

Запасы надземной массы определяли скашиванием травостоя на уровне почвы на площадках 0,25 м<sup>2</sup> в 10-кратной повторности. Надземную фитомассу (НФМ) разделяли на живую (зелёную) фитомассу (живая НФМ) и надземную мортмассу (НММ), состоящую из ветоши и подстилки (Базилевич, Титлянова, 1978; Базилевич, 1993). Названия видов растений даны по «Конспекту флоры Азиатской

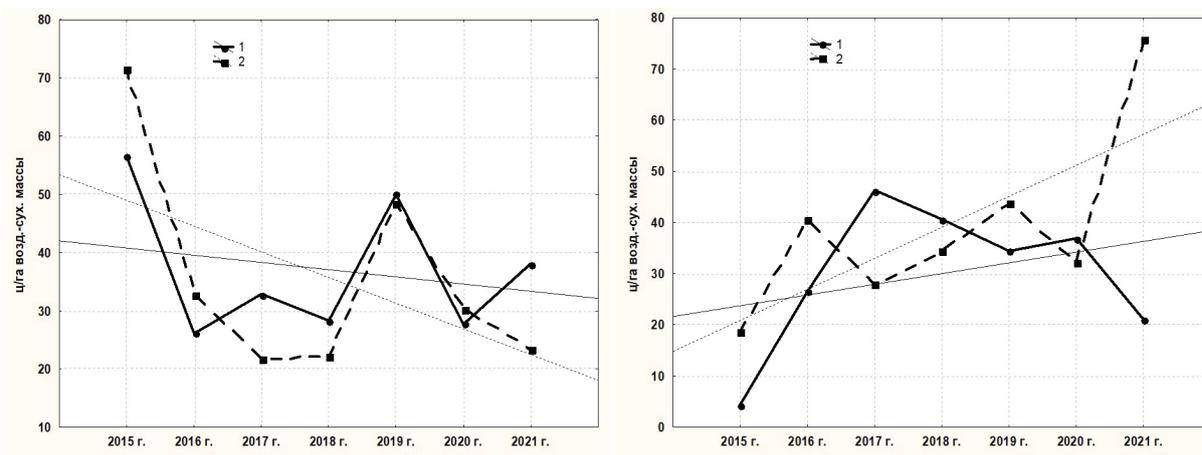
России: Сосудистые растения» (2012). Количественные признаки обработаны статистически общепринятыми методами с помощью пакета компьютерных программ Statistica 10.

**Результаты исследований и обсуждение.** Заповедование деградированных пастбищ в Приобской лесостепи в 1999–2014 гг. при наличии весенних палов в отдельные годы привело к возрастанию продуктивности травостоя за счёт увеличения видового разнообразия, общего проективного покрытия и усиления жизненности растений, при этом на формирование надземной фитомассы большое воздействие оказывали погодные условия весенне-летних периодов (Зверева, 2014). В то же время отмечено, что в травостое сохраняются многие виды сорных растений и возникают их новые микрогруппировки.

К 2015 г. на участке разнотравно-люцерново-злакового сообщества сформировался мощный трехъярусный травостой до 150–160 см высотой, в котором преобладали злаки (*Dactylis glomerata* L., *Phleum phleoides* (L.) Karst, *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca pratensis* Huds., *Poa angustifolia*) и наблюдалось примерно равное весовое участие бобового компонента (*Medicago falcata* L., *Vicia cracca* L., *Trifolium pratense* L., единичные экземпляры *Trifolium lupinaster* L., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. и *Melilotus albus* Medik.) и разнотравья (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Galium verum* L., виды родов *Ranunculus* L., *Potentilla* L. и др.). Осоки немногочисленны, их масса составляет 2–4%. В травостое выделялись микрогруппировки из *Cirsium setosum*.

В кострецово-бодяковом сообществе, высотой до 150–165 см, выделялись два яруса и наблюдалось доминирование *Cirsium setosum*, масса его особей к июлю в среднем в 2,0–2,5 раза превышала такую у злаков, среди которых более всего было *Bromopsis inermis*, хотя рассеяно встречалась побеги *Poa angustifolia*, *Dactylis glomerata*, *Phleum phleoides* и *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Бобовые представлены отдельными особями *Medicago falcata* и *Vicia cracca*, а разнотравье – единичными побегами *Linaria acutiloba* Fisch. ex Reichenb, *Galium verum* и *Geranium pratense* L.

С прекращением весенних палов началось устойчивое накопление подстилки. В разнотравно-люцерново-злаковом сообществе она достигала до 57–58 % от общей НФМ уже на третий-четвёртый годы, в дальнейшем её доля немного снижалась (рис. 1). В кострецово-бодяковом ценозе начиная со второго года абсолютного заповедования весовое участие подстилки в структуре НФМ колебалось от 47 до 61 %, увеличиваясь к седьмому году опыта до 77 %. Травостой становится мозаичным и более разреженным, общее проективное покрытие неравномерное и колебалось в первом сообществе в среднем от 40–50 до 80–90 %, а во втором ценозе к седьмому году исследований оно составило 20–65 %.



А

Б

Рис. 1. Динамика живой НФМ (А) и подстилки (Б) при заповедовании разнотравно-люцерново-злакового (1) и бодяково-кострецового (2) сообществ остепненного луга Приобской лесостепи, июль.

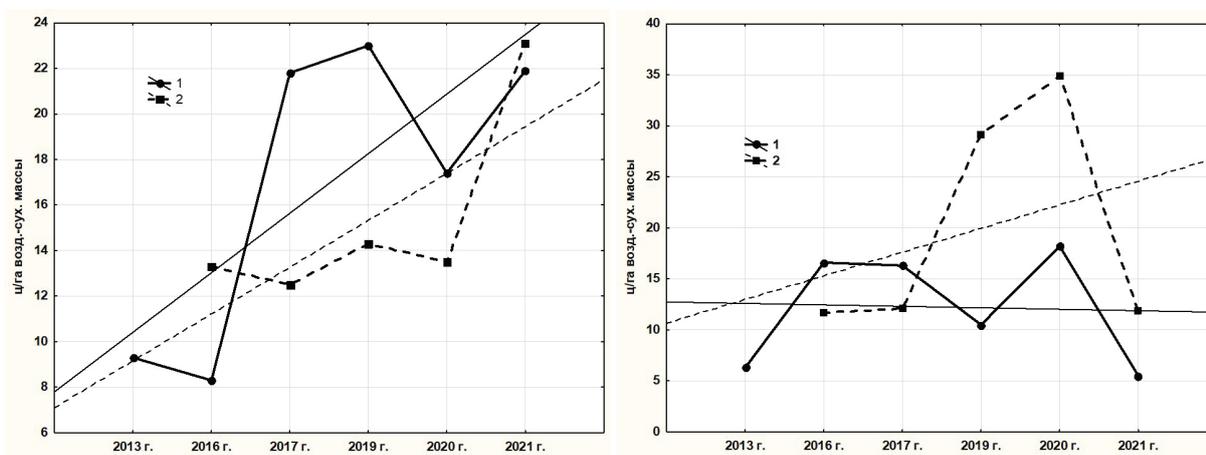
В обоих сообществах наблюдалось постепенное снижение живой НФМ, при этом более заметное угнетающее воздействие заповедования оказало в первом ценозе на отрастание бобовых растений, а во втором – на формирование массы разнотравья, в первую очередь, *Cirsium setosum*. Неблагоприятные метеорологические условия в весенне-раннелетний период способствуют снижению массы всех хозяйствен-

но-ботанических групп. Масса зелёных побегов и подстилки сильно изменяются по годам, их коэффициенты вариации (CV) составляют 32–51 %, в то же время общая НФМ более стабильна, с CV = 17–26 %.

По мере накопления НММ наблюдалась трансформация доминантов травостоя, особенно это отмечалось в первом сообществе, как более богатом по видовому составу. Так, к третьему году опыта участие бобовых резко сократилось, и, несмотря на то, что в дальнейшем их роль немного возрастает, сообщество характеризовалось как разнотравно-злаковое с сохранением ведущей роли в разные сезоны *Dactylis glomerata*, *Phleum phleoides*, *Bromopsis inermis*, *Festuca pratensis* и *Poa angustifolia*. В качестве содоминантов наряду с *Filipendula ulmaria*, *Fragaria viridis* Duch., *Galium verum*, *Linaria acutiloba*, начиная с пятого года исследований, выступает *Cirsium setosum*. В кострецово-бодяковом сообществе основные доминанты не изменялись на протяжении всего периода, но, начиная со второго года опыта, вероятно, в результате более резкого возрастания и лучшего сохранения подстилки, наблюдалось постепенное ослабление роли *Cirsium setosum* и ценоз рассматривался как бодяково-кострецовый.

Для сообществ Северной Кулунды, ввиду усиления солонцеватости и солончаковатости почв, вплоть до выступления соли в отдельных местах, характерно практическое отсутствие бобового компонента и развитие галофитной растительности. В полынно-бескильницево-лебедовом сообществе среди злаков более всего *Puccinellia tenuissima* Litv. ex V. Krecz., в небольшом обилии имеются *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb. и *Koeleria cristata* (L.) Pers. Разнотравье представлено в основном *Galatella biflora* (L.) Nees, *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze, *L. coralloides* (Tausch) Lincz., *Plantago cornuti* Gouan и *P. salsa* Pall. Среди полукустарничков основная роль принадлежала *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen, *Artemisia frigida* Willd. и *A. nitrosa* Web. ex Stechm. В солончичково-типчаковом сообществе доминируют *Festuca pseudovina* и *Galatella biflora*, при этом достаточна обильна *Koeleria cristata*, отдельными пятнами присутствует *Artemisia nitrosa*, изредка встречаются кермеки.

При заповедном режиме солонцеватых степей также обнаруживается значительное накопление надземной мортмассы, достигающей в отдельные годы до 67–75 % от общей НФМ, но при этом наблюдается сильная разногодичная изменчивость как подстилки, так ветоши (CV = 56–65 %), доля последней составила 13–71 % от НММ (рис. 2). Это происходит, вероятно, потому, что подстилка частично выдувается сильными ветрами, а в особенно влажные годы, когда вода некоторое время задерживается на поверхности почвы, подвергается вымоканию.



А

Б

Рис. 2. Динамика живой НФМ (А) и подстилки (Б) при заповедовании полынно-бескильницево-лебедового (1) и солончичково-типчакового сообществ (2) солонцеватой степи Северной Кулунды, июль.

Живая НФМ менее изменчива по годам (CV = 29–39 %) и за период исследований имела тенденцию к повышению, в первую очередь за счет разрастания суккулентного разнотравья, а также полукустарничка *Halimione verrucifera*. Так, за годы наблюдений масса *Halimione verrucifera* в полынно-бескильницево-лебедовом сообществе увеличилась в 1,7–2,6 раза, а в солончичково-типчаковом ценозе – в 10,7–16,0 раза. Весовое участие зелёных побегов злаков в живой НФМ небольшое – 6–22 % в первом ценозе и 1–16 % – во втором, при очень влажном раннелетнем периоде отмечалось их полное вымокание.

ние на обоих участках. За счет усиления присутствия *Halimione verrucifera* общее проективное покрытие увеличивается от 30–50 до 60–80 % и становится более равномерным. В качестве содоминантов в первом сообществе в отдельные сезоны дополнительно выступает суккулентное разнотравье, а во втором – в последние годы *Halimione verrucifera*. В обоих ценозах очень влажный раннелетний период 2021 г. способствовал угнетению злаков и увеличению присутствия *Artemisia nitrosa* и *Halimione verrucifera*.

Взаимосвязь между живой НФМ и массой подстилки более тесная в луговых сообществах (коэффициент линейной корреляции,  $r = -0,44 - -0,63$ ) по сравнению с солонцеватыми степями ( $r = -0,13 - -0,31$ ), при этом достоверных показателей не выявлено.

В целом, при абсолютном заповедовании сообществ остепнённого луга, наряду с погодными условиями, значительное воздействие на состояние травостоя оказывает избыточное накопление подстилки, что приводит к снижению плотности побегов и живой НФМ; при этом нередко наблюдается разрастание сорных растений, в нашем случае, в первую очередь, *Cirsium setosum*. На формирование надземной фитомассы солонцеватых мелководновинных степей основное влияние оказывают метеорологические условия отдельных лет. Как в засушливые, так и повышено влажные годы в травостое снижается участие злаков и усиливается роль солеустойчивого разнотравья, а также полыней и особенно *Halimione verrucifera*.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Базилевич Н. И.** Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. – М.: Наука, 1993. – 293 с.
- Базилевич Н. И., Титлянова А. А.** Особенности функционирования травяных экосистем в сравнении с лесными и пустынными // Математическое моделирование в экологии. – М.: Наука, 1978. – С. 65–100.
- Горшкова А. А., Монгуш Л. Т.** Степные пастбища Центральной Тувы (Улуг-Хемская котловина). – Кызыл: Тувинск. кн. изд-во, 1992. – 109 с.
- Зверева Г. К.** Влияние длительного заповедования на растительность деградированных пастбищных фитоценозов Приобской лесостепи // Ученые записки ЗабГУ, сер. «Естественные науки», 2014. – № 1(54). – С. 44–52.
- Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения.* – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 640 с.
- Курбатская С. С.** Изменение структуры и запаса растительного вещества на мониторинговых участках степных экосистем // Новые исследования Тувы, 2009. – № 4. – С. 209–224.
- Макаревич В. Н., Джалилова А. О., Игнатенко И. В., Кириллова В. П., Скалон И. С.** Экспериментальное изучение реакции лугового сообщества на различные формы воздействия (важнейшие итоги) // Проблемы ботаники, 1968. – Т. 10. – С. 193–213.
- Назаренко О. Г., Кумачева В. Д.** Динамика продуктивности надземной зеленой массы экосистем с различным уровнем антропогенной нагрузки // Юг России: экология, развитие, 2008. – № 1. – С. 113–118.
- Семенова-Тян-Шанская А. М.** Накопление и роль подстилки в травяных сообществах. – Л.: Наука, 1977. – 191 с.
- Собакинских В. Д.** Динамика максимального запаса надземной фитомассы луговой степи при разных режимах заповедования в Центрально-Черноземном биосферном заповеднике // Динамика биоты в экосистемах Центральной лесостепи. – М.: АН СССР, 1986. – С. 106–113.
- Собакинских В. Д.** Динамика надземной фитомассы луговой степи в Центрально-Черноземном заповеднике // Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника, 1997. – Вып. 15. – С. 65–73.
- Титлянова А. А., Миронычева-Токарева Н. П., Романова И. П., Косых Н. П., Кыргыз Ч. О., Самбуу А. Д.** Продуктивность степей // Степи Центральной Азии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – С. 95–173.
- Csergő A. M., Demeter L., Turkington R.** Declining diversity in abandoned grasslands of the Carpathian Mountains: do dominant species matter? // PLoS One, 2013. – Vol. 8, iss. 8. – e73533.
- Losvik M. H.** Plant species diversity in an old, traditionally managed hay meadow compared to abandoned hay meadows in southwest Norway // Nordic Journal of Botany, 1999. – Vol. 19. – P. 473–487.
- Jernej I., Bohner A., Walcher R., Hussain R. I., Arnberger A., Zaller J. G., Frank T.** Impact of land-use change in mountain semi-dry meadows on plants, litter decomposition and earthworms // Web Ecology, 2019. – Vol. 19. – P. 53–63.
- Wahlman H., Milberg P.** Management of semi-natural grassland vegetation: evaluation of a long-term experiment in southern Sweden // Annales Botanici Fennici, 2002. – Vol. 39. – С. 159–166.