

УДК 633.39: 581.6: 58.00

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-400-11-131-137

С.А. Сучкова

С.И. Михайлова

Т.З. Абзалтденов ✉

Национальный исследовательский
Томский государственный
университет, Томск, Россия

✉ vstudenyy@inbox.ru

Поступила в редакцию: 28.07.2025

Одобрена после рецензирования: 13.10.2025

Принята к публикации: 28.10.2025

© Сучкова С.А., Михайлова С.И.,
Абзалтденов Т.З.

Опыт возделывания горца Вейриха в условиях длительной интродукции в Сибирском ботаническом саду

РЕЗЮМЕ

Горец Вейриха (*Polygonum weyrichii* F. Schmidt) — нетрадиционная многолетняя культура многофункционального значения, перспективная для создания плантаций длительного использования в почвенно-климатических условиях подтаежной зоны Западной Сибири. В статье представлены результаты исследования биологических особенностей горца Вейриха. В 2022–2024 годах в коллекционном питомнике Сибирского ботанического сада Томского государственного университета на плантации горца (возраст более 50 лет) определены продолжительность всех этапов развития растений, динамика нарастания побегов, продуктивность зеленой массы и семян. Важным физиологическим показателем растений является характеристика пигментного комплекса. Содержание в листьях суммы хлорофиллов было относительно высоким на протяжении всего периода вегетации (25,94–28,55 мкг/см²). Накопление флавоноидов в эпидермисе листьев увеличивалось с фазы цветения до созревания (1,45–1,88 мкг/см²), индекс азотного баланса изменялся в сторону уменьшения к концу вегетации. В условиях длительного интродукционного эксперимента данный вид проявил себя как устойчивый интродуцент, хорошо адаптированный к местным почвенно-климатическим условиям. Благодаря семенному и вегетативному размножению возможно не только поддержание старой плантации, но и распространение горца Вейриха на новые участки за пределами основной плантации.

Ключевые слова: горец Вейриха, *Polygonum weyrichii*, многолетняя плантация, продуктивность, хлорофилл, флавоноиды, индекс азотного баланса (NBI)

Для цитирования: Сучкова С.А., Михайлова С.И., Абзалтденов Т.З. Опыт возделывания горца Вейриха в условиях длительной интродукции в Сибирском ботаническом саду. *Аграрная наука*. 2025; 400(11): 131–137.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-131-137>

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-400-11-131-137

Svetlana A. Suchkova

Svetlana I. Mikhailova

Timur Z. Abzaltdenov ✉

Tomsk State University, Tomsk, Russia

✉ vstudenyy@inbox.ru

Received by the editorial office: 28.07.2025

Accepted in revised: 13.10.2025

Accepted for publication: 28.10.2025

© Suchkova S.A., Mikhailova S.I.,
Abzaltdenov T.Z.

The experience of cultivating the *Polygonum weyrichii* under conditions of long-term introduction in the Siberian Botanical Garden

ABSTRACT

Polygonum weyrichii F. Schmidt is an unconventional perennial crop of multifunctional importance, promising for creating long-term plantations in the soil and climatic conditions of the taiga zone of Western Siberia. The article presents the results of a study of the biological characteristics of the *Polygonum weyrichii*. In 2022–2024 the duration of all stages of plant development, the dynamics of shoot growth, and the productivity of green mass and seeds have been determined in the collection nursery of the Siberian Botanical Garden of Tomsk State University on a *Polygonum* plantation (age over 50 years). An important physiological indicator of plants is the characteristic of the pigment complex. The total chlorophyll content in the leaves was relatively high throughout the growing season (25.94–28.55 micrograms/cm²). The accumulation of flavonoids in the leaf epidermis increased from the flowering phase to maturation (1.45–1.88 micrograms/cm²), the nitrogen balance index decreased towards the end of the growing season. Under the conditions of a long-term introduction experiment, this species proved to be a stable introducer, well adapted to local soil and climatic conditions. Thanks to seed and vegetative propagation, it is possible not only to maintain the old plantation, but also to spread the *Polygonum weyrichii* to new areas outside the main plantation.

Key words: *Polygonum weyrichii*, perennial plantation, productivity, chlorophyll, flavonoids, nitrogen balance index (NBI)

For citation: Suchkova S.A., Mikhailova S.I., Abzaltdenov T.Z. The experience of cultivating *Polygonum weyrichii* under conditions of long-term introduction in the Siberian Botanical Garden. *Agrarian science*. 2025; 400(11): 131–137 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-131-137>

Введение/Introduction

Повышение эффективности кормопроизводства и внедрение инновационных разработок предполагают в том числе использование малораспространенных кормовых культур [1–5]. Большой интерес, особенно в условиях ресурсосберегающего земледелия, представляет группа многолетних видов: астрагал нутовый (*Astragalus cicer* L.), горец Вейриха (*Polygonum weyrichii* F. Schmidt), горец забайкальский (*Polygonum divaricatum* L.), клевер паннонский (*Trifolium pannonicum* Jacq.), маралий корень (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin), свербига восточная (*Bunias orientalis* L.), козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.), топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) и др. Их преимуществом является долговечность плантаций (5–10 лет и более) в сочетании с высокой продуктивностью и качеством зеленой массы [6–8].

Большая часть перечисленных видов прошла успешные интродукционные испытания в научно-производственных условиях различных регионов России, но не стала в силу разных обстоятельств традиционными кормовыми культурами. Между тем эффективность кормопроизводства может возрасти за счет внедрения инновационных разработок с участием малораспространенных многолетников, прежде всего, в условиях крестьянско-фермерских хозяйств [1, 2]. Этому может способствовать более глубокое изучение эколого-биологических особенностей этих сельскохозяйственных культур, включая перспективные исследования в области физиологии и биохимии, особенно в ответ на стрессовые факторы окружающей среды [9]. Возросший интерес к выращиванию малораспространенных кормовых культур обусловлен новыми направлениями их использования в качестве углероддепонирующих культур [10–12] и источников сырья с высоким содержанием биологически активных веществ [13, 14].

Горец Вейриха — многолетник семейства гречишных (*Polygonaceae*), вид природной флоры Дальнего Востока, представляющий интерес в качестве многофункциональной сельскохозяйственной культуры [15–17]. Благодаря богатому химическому составу зеленая масса горца Вейриха представляет интерес как источник биологически активных веществ для получения фитобиотиков [14] для использования в медицине и ветеринарии. Жидкий экстракт, полученный из надземной части горца, содержит полифенольный комплекс, включающий флавоноиды, и обладает высокой антиоксидантной активностью [18].

С учетом почвенно-климатических особенностей природного ареала данного вида и опыта интродукции в разных зонах России [15, 19, 20] он рекомендован для возделывания прежде всего в

условиях лесной зоны России для размещения в выводных полях севооборота либо на внесевооборотных участках на слабокислых или нейтральных почвах [1].

Цель работы — оценка состояния многолетней плантации горца Вейриха в условиях подтаежной зоны Западной Сибири России.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в коллекционном питомнике сельскохозяйственных культур, расположенном на территории учебно-экспериментального участка Сибирского ботанического сада Томского государственного университета (СибБС) в 2022–2024 гг. в типичных почвенно-климатических условиях подтаежной зоны Западной Сибири (г. Томск, Россия).

Объект исследований — многолетняя плантация горца Вейриха, заложенная в 70-х годах XX века [21] (рис. 1). Площадь плантации 530 м².

Для проведения исследований использовали методику полевого опыта¹, методику фенологических наблюдений интродуцентов² и статистической обработки данных³. Определение посевных качеств семян горца, находившихся в условиях неконтролируемого хранения в семенотеке СибБС, проводили в весенний период согласно методическим рекомендациям⁴.

Наблюдения за ростом и развитием горца осуществляли на протяжении всего вегетационного периода — от начала отрастания до созревания семян.

Учет урожайности зеленой массы проводили в фазу массового цветения по 4 повторностям на площади 10 м².

Почва на плантации горца серая лесная средне-суглинистая по механическому составу. Содержание подвижного фосфора — 219 мг/кг, подвижного

Рис. 1. Плантация горца Вейриха в Сибирском ботаническом саду. Фото авторов

Fig. 2. The plantation of *Polygonum weyrichii* in the Siberian Botanical Garden. Photos of the authors



¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985; 351.

² Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. Москва. 1975; 28.

³ Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 1984; 424.

⁴ ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

калия — 85 мг/кг, общего азота — 4 мг/кг, pH = 4,5. Содержание гумуса — 2,9%.

Для измерения физиологических параметров в листьях применяли метод фотометрической экспресс-диагностики. Содержание суммы хлорофиллов, флавоноидов и азотного индекса определяли на флавоноид- и хлорофиллометре Dualex 4 (Франция). Прибор позволяет точно и в режиме реального времени измерять содержание флавоноидов в эпидермисе растений и хлорофиллов в мезофилле листа. Показатель Nitrogen Balance Index (NBI) — индекс азотного баланса растений, представляет соотношение количества хлорофилла и флавоноидов (азота/углерода). Измерения проводятся в диапазоне от 0,00 до 3,00 мкг/см²; точность абсорбции — 5% [22].

Накопление суммы хлорофиллов, флавоноидов и индекс азотного баланса в листьях горца определяли в течение вегетационного периода 2023 года.

Климат подтаежной зоны Западной Сибири континентальный с влажным умеренно теплым летом и холодной снежной продолжительной зимой. Он характеризуется наличием поздних весенних и ранних осенних заморозков, ограничивающих и без того короткий период вегетации культурных растений. Продолжительность безморозного периода 86–148 дней. Сумма биологически активных температур воздуха выше 5 °С составляет 1378 °С. Среднегодовое количество осадков — 535 мм.

Погодные условия в годы проведения исследований существенно отличались по тепло- и влагообеспеченности. В 2022 году ГТК составил 1,38, что определяет вегетационный период как избыточно увлажненный и умеренно теплый. В 2023 году ГТК составил 1,06, обеспеченного увлажнения и умеренно теплый. В 2024 году вегетационный период проходил в условиях избыточного увлажнения и был умеренно теплый, ГТК составил 1,82⁵.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа с использованием стандартного пакета Microsoft Excel 2016 (США).

В таблицах представлены средние арифметические значения в форме «среднее ± ошибка среднего», «коэффициент вариации (CV)» по морфологическим параметрам от 25 до 40 биологических повторностей.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В условиях СибБС горец Вейриха проходит полный цикл развития. Вегетация начинается в конце апреля — начале мая и заканчивается с наступлением устойчивых заморозков (табл. 1).

Наиболее интенсивный рост побегов наблюдается до конца июня — начала июля (табл. 2).

Достоинством горца является высокая урожайность зеленой массы (5–7 кг/м²), которая формируется на 3-й год возделывания и поддерживается

Таблица 1. Наступление фенологических фаз горца Вейриха, 2022–2024 гг.

Table 1. The onset of the phenological phases of *Polygonum weyrichii*, 2022–2024

Фазы развития	Годы наблюдений		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Начало отрастания	05.05	24.04	22.04
Полная розетка листьев	16.05	18.05	15.05
Начало роста стебля	28.05	28.05	20.05
Начало бутонизации	11.06	12.06	8.06
Массовая бутонизация	14.06	19.06	12.06
Начало цветения	20.06	22.06	15.06
Массовое цветение	30.06	26.06	20.06
Начало плодоношения	20.07	25.07	24.07
Созревание семян	20.09	20.09	10.09
Длина вегетационного периода, дн.	154	149	147

Таблица 2. Рост побегов горца Вейриха в течение вегетационного периода, 2022–2024 гг.

Table 2. Growth of *Polygonum weyrichii* shoots during the growing season, 2022–2024

Месяц	Декада	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Май	III	54,6 ± 4,5	61,2 ± 3,9	70,4 ± 5,2
	I	110,7 ± 9,4	122,7 ± 11,5	126 ± 10,3
	II	169,8 ± 13,9	158,6 ± 10,8	173 ± 14,7
Июнь	III	207,9 ± 14,6	196,1 ± 18,2	200,1 ± 17,9
	I	231,1 ± 19,0	236,5 ± 20,8	232,6 ± 21,3
	II	243,5 ± 21,3	241,3 ± 15,4	248,7 ± 20,1
Июль	III	249,8 ± 17,1	243,0 ± 19,6	262,1 ± 23,4

Таблица 3. Морфометрические показатели побегов и урожайность горца Вейриха (2022–2024 гг.)

Table 3. Morphometric indicators of shoots and yields of *Polygonum weyrichii* (2022–2024)

Показатели	X ± m _x
Число листьев, шт.	11,2 ± 0,3
Масса побега, г	345,7 ± 19,5
Масса листьев, г	126,0 ± 9,3
Масса стебля, г	219,7 ± 12,8
Облиственность, %	36,4 ± 1,4
Урожайность зеленой массы, кг/м ²	6,2 ± 0,4
Масса плодов, г:	
одного побега	18,8 ± 0,8
1000 шт.	4,2 ± 0,2
Масса семян, г:	
одного побега	14,3 ± 0,9
1000 шт.	3,2 ± 0,1

на таком уровне в течение нескольких десятилетий при условии правильной эксплуатации (однократного скашивания в течение вегетационного сезона).

В период массового цветения — начала плодоношения побеги горца достигают максимального развития и характеризуются высокой облиственностью (табл. 3).

Важным физиологическим показателем растений является характеристика пигментного комплекса. Содержание в листьях суммы хлорофиллов было относительно высоким на протяжении всего периода вегетации (25,94–28,55 мкг/см²).

⁵ Мониторинг погоды и климата России, СНГ и мира [электронный ресурс]. — URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 22.06.2025).

Накопление флавоноидов в эпидерме листьев увеличивалось с фазы цветения до созревания (1,45–1,88 мкг/см²), индекс азотного баланса изменялся в сторону уменьшения к концу вегетации (табл. 4). Эти данные подтверждают исследования Е.В. Калмыковой с соавт. [23], свидетельствующие о том, что в период активного роста листьев показатели хлорофиллов и индекса азотного баланса довольно высоки, а к концу вегетации происходит снижение содержания хлорофиллов а + b и уровня индекса азотного баланса.

В экспериментальных посевах СибБС данный вид отличается долголетием и высокой продуктивностью. Многолетняя плантация горца сохраняются за счет регулярного семенного и вегетативного возобновления. Следует отметить, что на данной плантации ежегодно формируются полноценные семена горца Вейриха (рис. 2).

Свежесобранные семена горца Вейриха находятся в состоянии физиологического покоя и нуждаются в длительной стратификации [24]. Как показали лабораторные исследования, свежесобранные семена данного вида находятся в покое, из которого выходят в процессе хранения. После года хранения энергия прорастания семян составляет 64,5%, а всхожесть — 86,1%. Семена горца Вейриха недолговечны и после двух лет хранения теряют всхожесть, что согласуется с полученными ранее данными [25].

Горец Вейриха в условиях Сибирского ботанического сада ТГУ обладает высокой устойчивостью в культуре благодаря исключительному долголетию и способности поддерживать самовозобновление популяции семенным и вегетативным способами (рис. 3).

Благодаря двум способам возобновления возможно не только поддержание многолетней плантации, но и распространение горца на новые участки за пределами основного участка возделывания. Авторами были обнаружены немногочисленные молодые особи горца Вейриха, отделившиеся от взрослых растений с помощью корневищ. Они были отмечены по краям плантации горца. Длина корневищ составила от 25 до 30 см, а диаметр — от 8 до 10 мм (рис. 3Б).

Более эффективным способом распространения горца вне зоны возделывания является семенной способ размножения. Немногочисленные растения горца семенного происхождения были обнаружены на расстоянии 5–7 м от основной плантации. Постепенно это привело к небольшому расширению площади горца с вытеснением таких многолетних видов, как окопник шероховатый (*Symphytum asperum* Lереш.), и образованием зарослей в благоприятных условиях (вдоль русла ручья).

Способность горца Вейриха незначительно распространяться за пределы места культивирования наблюдается исключительно в условиях интродукционного эксперимента. Соблюдение технологий возделывания горца в лекарственных или кормовых целях, предполагающих уборку зеленой массы в фазу цветения, исключает его «убегание из культуры».

Таблица 4. Динамика содержания суммы хлорофиллов и флавоноидов в листьях горца Вейриха (2023 г.)

Table 4. Dynamics of the amount of chlorophylls and flavonoids in the leaves of *Polygonum weyrichii* (2023)

Дата измерений	Сумма хлорофиллов, мкг/см ²	Флавоноиды, мкг/см ²	Индекс азотного баланса (NBI)
05.06.2023	$26,89 \pm 0,49$ 16,30	$1,59 \pm 0,03$ 14,19	$17,15 \pm 0,33$ 17,36
09.06.2023	$27,97 \pm 0,26$ 9,66	$1,42 \pm 0,02$ 15,13	$20,06 \pm 0,30$ 15,44
26.06.2023	$25,95 \pm 0,41$ 14,26	$1,45 \pm 0,02$ 13,61	$18,17 \pm 0,39$ 19,14
11.07.2023	$24,73 \pm 0,58$ 16,69	$1,63 \pm 0,02$ 8,92	$14,98 \pm 0,28$ 13,17
19.07.2023	$28,55 \pm 0,57$ 10,91	$1,79 \pm 0,02$ 7,07	$16,09 \pm 0,48$ 16,26
02.08.2023	$25,94 \pm 0,65$ 13,83	$1,72 \pm 0,03$ 8,07	$15,16 \pm 0,48$ 17,02
31.08.2023	$26,35 \pm 0,65$ 13,11	$1,88 \pm 0,01$ 3,49	$14,01 \pm 0,37$ 12,15

Примечание: в числителе — средняя арифметическая и ошибка средней, в знаменателе — коэффициент вариации (CV).

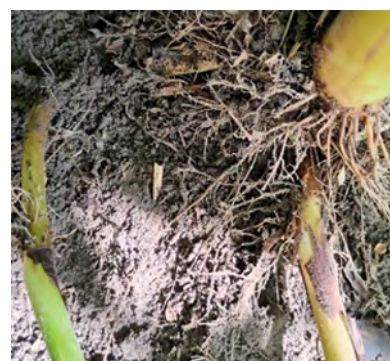
Рис. 2. Плоды и семена горца Вейриха. Фото авторов
Fig. 2. Fruits and seeds of *Polygonum weyrichii*. Photos of the authors



Рис. 3. Семенное (а) и вегетативное (б) размножение горца Вейриха на старовозрастной плантации Сибирского ботанического сада. Фото авторов
Fig. 3. Seed (a) and vegetative (b) reproduction of *Polygonum weyrichii* on the old-growth plantation of the Siberian Botanical Garden. Photos of the authors



а (a)



б (b)

Выводы/Conclusions

В условиях длительного интродукционно-эксперимента, проводимого в условиях Сибирского ботанического сада (г. Томск), горец Вейриха проявил высокую адаптивную устойчивость к местным почвенно-климатическим условиям. Вегетационный период составляет 147–154 дня. Наиболее интенсивный рост побегов отмечается в конце июня — начале июля и составляет от 243,0 до 262,1 см. Урожайность зеленой массы — от 5 до 7 кг/м². Свежесобранные семена находятся в покое, а после года хранения имеют высокие посевные качества (энергия прорастания — 64,5%, всхожесть — 86,1%).

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2024-0006).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шпаков А.С. Кормопроизводство в крестьянско-фермерских хозяйствах лесной зоны. *Адаптивное кормопроизводство*. 2024; (4): 68–74. <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-68-74>
2. Шкодина Е.П. Инновационные элементы в организации зеленого конвейера. *Аграрная наука*. 2020; (11–12): 68–71. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-68-71>
3. Андреева О.Т. Продуктивность кормовых агроценозов традиционных и малораспространенных культур в одновидовых и поливидовых посевах для производства сенажа в лесостепи Забайкалья. *Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: Сборник региональной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН*. Новосибирск: Золотой колос. 2025; 11–14. <https://elibrary.ru/dcnvki>
4. Боголюбова Е.В. Продуктивное долголетие лугового агроценоза при подсеве клевера среднего (*Trifolium Medium*) в Приобской лесостепи. *Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: Сборник региональной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН*. Новосибирск: Золотой колос. 2025; 30–33. <https://elibrary.ru/bnxdbi>
5. Магомедов К.Г., Камилев Р.К., Козырев А.Х., Алиев С.А. Меры по стабилизации кормопроизводства на Северном Кавказе. *Научно-технический и социально-экономический потенциал развития АПК РФ: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки КБР, заслуженного агронома Российской Федерации д-ра с.-х. наук, профессора М.Х. Ханиева*. Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова. 2024; 146–150. <https://elibrary.ru/ffwzby>
6. Кшникаткина А.Н., Москвин А.И. Диверсификация нетрадиционных растений — важнейший фактор устойчивого развития кормопроизводства. *Нива Поволжья*. 2016; (3): 49–60. <https://elibrary.ru/ypsmwx>
7. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Сравнительная оценка питательной ценности кормов из малораспространенных силосных культур. *Аграрная наука*. 2023; (6): 71–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-71-75>
8. Чупина М.П., Степанов А.Ф. Эффективность возделывания многолетних малораспространенных кормовых культур в Западной Сибири. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2024; (3): 33–40. <https://elibrary.ru/wajhrd>
9. Думачева Е.В., Чернявских В.И., Сайфутдинова Л.Д., Печегина Ю.В., Гребенников А.А. Перспективы использования результатов изучения фотосинтеза в селекции растений: обзор основных направлений исследований. *Кормопроизводство*. 2024; (4): 18–29. <https://elibrary.ru/rnvxxk>

Содержание в листьях суммы хлорофиллов высокое на протяжении всего периода вегетации (25,94–28,55 мкг/см²). Накопление флавоноидов в эпидерме листьев увеличивается с фазы цветения до созревания (1,45–1,88 мкг/см²). Максимальный индекс азотного баланса отмечается в начале фазы бутонизации (20,06) и уменьшается к периоду плодоношения (14,01).

В условиях интродукционного эксперимента долговечность плантации горца осуществляется в основном благодаря семенному размножению. Способность вида незначительно распространяться за пределами многолетних интродукционных плантаций, заложенных в ботанических садах, требует систематического наблюдения.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. FSWM-2024-0006).

REFERENCES

1. Shpakov A.S. Fodder production in peasant-farmers farms of the forest zone. *Adaptive Fodder Production*. 2024; (4): 68–74 (in Russian). <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2024-4-68-74>
2. Shkodina E.P. Innovative elements in the organization of a green conveyor. *Agrarian science*. 2020; (11–12): 68–71 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-68-71>
3. Andreeva O.T. Productivity of forage agrocenoses of traditional and less common crops in single- and multi-species crops for silage production in the forest-steppe of Transbaikalia. *Achievements and Prospects for the Development of Forage Production in Siberia: Proceedings of the regional scientific and practical conference dedicated to the 55th anniversary of the Siberian Research Institute of Forage, Siberian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. Novosibirsk: Zolotoy kolos. 2025; 11–14 (in Russian). <https://elibrary.ru/dcnvki>
4. Bogolyubova E.V. Productive longevity of meadow agrocenosis with underseeding of medium clover (*Trifolium Medium*) in the Ob forest-steppe. *Achievements and prospects for the development of forage production in Siberia: Proceedings of the regional scientific and practical conference dedicated to the 55th anniversary of the Siberian Research Institute of Forage, Siberian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. Novosibirsk: Zolotoy kolos. 2025; 30–33 (in Russian). <https://elibrary.ru/bnxdbi>
5. Magomedov K.G., Kamilov R.K., Kozzyrev A.Kh., Aliev S.A. Measures to stabilize forage production in the North Caucasus. *Scientific, technical and socio-economic potential for the development of the agro-industrial complex of the Russian Federation: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Honored Scientist of the Kabardino-Balkarian Republic, Honored Agronomist of the Russian Federation Doctor of Agricultural Sciences, Professor Professor M. Kh. Khaniev*. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 2024; 146–150 (in Russian). <https://elibrary.ru/ffwzby>
6. Kshnikatkina A.N., Moskvina A.I. Diversification of non-traditional crops is the essential factor for sustainable development of fodder production. *Niva Povolzhya*. 2016; (3): 49–60 (in Russian). <https://elibrary.ru/ypsmwx>
7. Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N., Ivanova N.N. Comparative assessment of the nutritional value of feed from rare silage crops. *Agrarian science*. 2023; (6): 71–75 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-71-75>
8. Chupina M.P., Stepanov A.F. Efficiency of cultivation of perennial rare forage crops in Western Siberia. *Vestnik of Omsk SAU*. 2024; (3): 33–40 (in Russian). <https://elibrary.ru/wajhrd>
9. Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I., Sayfutdinova L.D., Pechegina Yu.V., Grebennikov A.A. Prospects of using the results of photosynthesis studies in plant breeding: a review of the main directions of research. *Feed Production*. 2024; (4): 18–29 (in Russian). <https://elibrary.ru/rnvxxk>

10. Valdyskikh V.V., Artemyeva E.P., Karpukhin M.Yu., Mikhailishchev R.V. Comparative yield of large-herb plants when grown in the Middle Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (11): 2–7. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-214-11-2-7>
11. Артемьева Е.П., Валдайских В.В., Радченко Т.А., Карпукhin М.Ю. Перспективы выращивания высокотравных растений в качестве углероддепонирующих культур. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (12): 2–10. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-2-10>
12. Завьялова Н.Е., Майсак Г.П., Казакова И.В., Иванова О.В. Фотосинтетическая и углеродсеквестрирующая способность левзеи сафлоровидной и накопление органического углерода в дерново-подзолистой почве. *Агрохимия*. 2024; (7): 48–56. <https://doi.org/10.31857/S0002188124070073>
13. Давидянц Э.С. Тримерные гликозиды как регуляторы роста растений: потенциал и перспективы использования (обзор). *Химия растительного сырья*. 2023; (1): 5–34. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230111368>
14. Коровкина А.В., Цветов Н.С., Михайлова С.И. Влияние климатических условий на накопление биологически активных соединений растения *Koenigia weyrichii*. *Химия растительного сырья*. 2022; (4): 249–258. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220411384>
15. Михайлова С.И., Сучкова С.А., Астафурова Т.П. Перспективные направления использования горца Вейриха (*Polygonum weyrichii*) и его инвазивный потенциал. *Вестник КрасГАУ*. 2024; (4): 20–28. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-4-20-28>
16. Цугкиев Б.Г., Хозиев А.М., Албегова З.В. Результаты исследования состава зеленой массы горца Вейриха в различные фазы вегетации. *Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия кафедры кормления, разведения и генетики сельскохозяйственных животных и кафедры частной зоотехнии факультета технологического менеджмента Горского государственного аграрного университета*. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет. 2021; (2): 16–18. <https://elibrary.ru/tryszv>
17. Хозиев А.М. Биологический потенциал и перспективы использования Горца Вейриха. *Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента*. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет. 2019; (1): 409–412. <https://elibrary.ru/quwogk>
18. Коровкина А.В., Койгерова А.А., Цветов Н.С., Мизина П.Г. Оптимизация условий ультразвуковой экстракции полифенольных соединений из соцветий *Koenigia weyrichii* (F. Schmidt) T.M. Schust. et Reveal. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2025; 28(1): 30–40. <https://doi.org/10.29296/25877313-2025-01-04>
19. Зайнуллина К.С. Интродукция кормовых растений в Республике Коми. *Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН*. 2008; (7): 37–39. <https://elibrary.ru/vrtryb>
20. Паутова И.А. Многолетние растения в условиях длительной интродукции на северо-западе России. *Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы VI Международной научной конференции*. СПб.: Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН. 2016; 219–223. <https://elibrary.ru/xwaaiv>
21. Плотников И.И. Крупнотравные многолетние кормовые растения в Сибирском ботаническом саду. *Бюллетень Сибирского ботанического сада*. 1978; 11: 60–72.
22. Cerovic Z.G., Masdoumier G., Ghozlen N.B., Latouche G. A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids. *Physiologia Plantarum*. 2012; 146(3): 251–260. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01639.x>
23. Калмыкова Е.В., Мельник К.А., Передриенко А.И. Динамика физиологического состояния древесно-кустарниковых растений в течение вегетационного периода в условиях сухой степи Волгоградской области. *Аграрный научный журнал*. 2025; (2): 29–36. <http://doi.org/10.28983/asj.y2025i2pp29-36>
24. Воронкова Н.М., Холина А.Б., Журавлев Ю.Н., Сундукова Е.В. Размножение растений российского Дальнего Востока. Владивосток: ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН. 2023; 235. ISBN 978-5-6048441-9-9 <https://doi.org/10.25221/seeds>
25. Лаврик И.П. Определение потенциальной долговечности семян горца Вейриха, горца забайкальского и сильфии пронзеннолистной ускоренным старением. *Доклады ТСХА. Материалы Международной научной конференции. М.: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева*. 2017; 289(1): 118–119. <https://elibrary.ru/yrvswv>
10. Valdyskikh V.V., Artemyeva E.P., Karpukhin M.Yu., Mikhailishchev R.V. Comparative yield of large-herb plants when grown in the Middle Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (11): 2–7. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-214-11-2-7>
11. Artemyeva E.P., Valdyskikh V.V., Radchenko T.A., Karpukhin M.Yu. The prospects of growing large-herb plants as carbon-depositing crops. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (12): 2–10 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-2-10>
12. Zavyalova N.E., Maysak G.P., Kazakova I.V., Ivanova O.V. Photosynthetic and Carbon Sequestering Ability of Safflower *Leucea* and Accumulation of Organic Carbon in Sod-Podzolic Soil. *Agricultural Chemistry*. 2024; (7): 48–56 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188124070073>
13. Davidyants E.S. Triterpene Glycosides as Plant Growth Regulators: Application Potential and Prospects (A Review). *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2024; 50(7): 2730–2752. <https://doi.org/10.1134/S1068162024070100>
14. Korovkina A.V., Tsvetov H.C., Mikhaylova S.I. The influence of climatic conditions on accumulation of biologically active compounds in *Koenigia weyrichii*. *Chemistry of Plant Raw Material*. 2022; (4): 249–258 (in Russian). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220411384>
15. Mikhailova S.I., Suchkova S.A., Astafurova T.P. Promising areas of *Polygonum weyrichii* use and its invasive potential. *Bulletin of KrasGAU*. 2024; (4): 20–28 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-4-20-28>
16. Tsugkiev B.G., Khoziev A.M., Albegova Z.V. Results of a study of the green mass composition of Weirich's knotweed during different phases of vegetation. *Innovative technologies for the production and processing of agricultural products. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical conference in honor of the 90th anniversary of the Department of Feeding, Breeding and Genetics of Farm Animals and the Department of Private Zootechny of the Faculty of Technological Management of the Gorsky State Agrarian University*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University. 2021; (2): 16–18 (in Russian). <https://elibrary.ru/tryszv>
17. Khoziev A.M. Biological potential and prospects for the use of Weirich's knotweed. *Innovative technologies for the production and processing of agricultural products. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference in honor of the 90th anniversary of the faculty of technological management*. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University. 2019; (1): 409–412 (in Russian). <https://elibrary.ru/quwogk>
18. Korovkina A.V., Koigerova A.A., Tsvetov N.S., Mizina P.G. Optimization of the conditions of ultrasonic extraction of polyphenolic compounds from the inflorescences of *Koenigia weyrichii* (F. Schmidt) T.M. Schust. et Reveal. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2025; 28(1): 30–40 (in Russian). <https://doi.org/10.29296/25877313-2025-01-04>
19. Zaynullina K.S. Introduction of fodder plants in the Komi Republic. *Vestnik Instituta biologii Komi NTS Uro RAN*. 2008; (7): 37–39 (in Russian). <https://elibrary.ru/vrtryb>
20. Pautova I.A. Perennial plants under conditions of prolonged introduction at North-West of Russia. *Biological diversity. Introduction of plants. Proceedings of the 6th International scientific conference*. St. Petersburg: Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences. 2016; 219–223 (in Russian). <https://elibrary.ru/xwaaiv>
21. Plotnikov I.I. Large-herbed perennial forage plants in the Siberian Botanical Garden. *Byulleten' Sibirskogo botanicheskogo sada*. 1978; 11: 60–72 (in Russian).
22. Cerovic Z.G., Masdoumier G., Ghozlen N.B., Latouche G. A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids. *Physiologia Plantarum*. 2012; 146(3): 251–260. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2012.01639.x>
23. Kalmykova E.V., Melnik K.A., Peredrienko A.I. Dynamics of the physiological state of wood and shrub plants during the growing period under conditions of the dry steppe of the Volgograd Region. *Agrarian Scientific Journal*. 2025; (2): 29–36 (in Russian). <http://doi.org/10.28983/asj.y2025i2pp29-36>
24. Voronkova N.M., Kholina A.B., Zhuravlev Yu.N., Sundukova E.V. Reproduction of the Russian Far East plants. Vladivostok: FSC of Biodiversity FEB RAS. 2023; 235 (in Russian). ISBN 978-5-6048441-9-9 <https://doi.org/10.25221/seeds>
25. Lavrik I.P. Determination of potential longevity of seeds of Weirich's knotweed, Transbaikalian knotweed and *Silphium perforatum* by accelerated aging. *Reports of the Timiryazev Agricultural Academy. Proceedings of the International Scientific Conference*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 2017; 289(1): 118–119 (in Russian). <https://elibrary.ru/yrvswv>

ОБ АВТОРАХ**Светлана Александровна Сучкова**

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Сибирского ботанического сада
suchkova.s.a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4079-3389>

Светлана Ивановна Михайлова

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Сибирского ботанического сада
mikhailova.si@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4595-2032>

Тимур Зафарович Абзалтденов

младший научный сотрудник Сибирского ботанического сада
vstudenyy@inbox.ru
<https://orcid.org/0009-0004-5686-9300>

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
пр-т Ленина, 36, Томск, 634050, Россия

ABOUT THE AUTHORS**Svetlana Alexandrovna Suchkova**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Siberian Botanical Garden
suchkova.s.a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4079-3389>

Svetlana Ivanovna Mikhailova

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Siberian Botanical Garden
mikhailova.si@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4595-2032>

Timur Zafarovich Abzaltdenov

Junior Researcher at the Siberian Botanical Garden
vstudenyy@inbox.ru
<https://orcid.org/0009-0004-5686-9300>

Tomsk State University,

36 Lenin Ave., Tomsk, 634050, Russia