

УДК 615.322; 582.755.2(571.14); 547.56

<https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-1-63>

## Ресурсный потенциал *Onosma simplicissima* L. (Boraginaceae), произрастающей в Новосибирской области

Д. С. Круглов✉, Е. Д. Олешко, В. В. Величко, Д. Л. Прокушева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Новосибирский государственный медицинский университет (НГМУ)). 630091, Россия, Новосибирская область, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 52

✉ Контактное лицо: Круглов Дмитрий Семенович. E-mail: [kruglov\\_ds@mail.ru](mailto:kruglov_ds@mail.ru)

ORCID: Д. С. Круглов – <https://orcid.org/0000-0003-1904-7901>;

Е. Д. Олешко – <https://orcid.org/0009-0004-7127-310X>;

В. В. Величко – <https://orcid.org/0000-0002-9224-9350>;

Д. Л. Прокушева – <https://orcid.org/0009-0009-0480-2311>.

Статья поступила: 12.12.2025

Статья принята в печать: 16.01.2026

Статья опубликована: 16.01.2026

### Резюме

**Введение.** Дикорастущие лекарственные растения представляют собой важный источник биологически активных соединений, востребованных в фармацевтической практике. Представители рода *Onosma* L. (Boraginaceae) характеризуются высокой экологической пластичностью и значительным фармакологическим потенциалом, обусловленным содержанием фенольных соединений. *Onosma simplicissima* L., широко распространенная в степных и лесостепных ландшафтах Западной Сибири, рассматривается как перспективный источник флавоноидов и оксикоричных кислот. При этом ресурсная оценка вида требует учета не только запасов биомассы, но и экологически обусловленной вариативности фитохимического состава сырья.

**Цель.** Комплексная оценка ресурсного потенциала *Onosma simplicissima* L. в пределах Новосибирской области и выявление влияния экологических условий произрастания на содержание фенольных соединений в растительном сырье.

**Материалы и методы.** Объектом исследования служила трава *O. simplicissima*, собранная в фазу цветения на территории девяти локаций Новосибирской области. Ресурсоведческие показатели определяли методом модельных экземпляров с расчетом биологического и эксплуатационного запасов, а также возможного объема ежегодных заготовок. Количественное содержание суммы оксикоричных кислот и флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом в пересчете на розмариновую кислоту и рутин. Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента при уровне значимости  $P = 95\%$ .

**Результаты и обсуждение.** Установлена выраженная пространственная неоднородность биомассы и содержания фенольного комплекса в зависимости от экологических условий местообитаний. Максимальные значения плотности запаса выявлены в пойменных и антропогенно трансформированных биотопах, тогда как наибольшее содержание фенольных соединений характерно для ксерофитных каменистых склонов. Обнаружена обратная зависимость между биомассой растений и концентрацией фенольных метаболитов, отражающая адаптационную стратегию вида в условиях абиотического стресса.

**Заключение.** *Onosma simplicissima* L. обладает значительным ресурсным потенциалом на территории Новосибирской области и может рассматриваться как перспективный источник фенольных соединений. Экологически обусловленная вариативность запасов и фитохимического состава не исключает возможности устойчивой заготовки сырья во всех исследованных локациях. Полученные данные могут быть использованы при планировании рационального использования природных ресурсов и разработке фитопрепаратов.

**Ключевые слова:** *Onosma simplicissima* L., Boraginaceae, ресурсный потенциал, фенольные соединения, флавоноиды, лекарственное растительное сырьё, экологическая вариативность

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

© Круглов Д. С., Олешко Е. Д., Величко В. В., Прокушева Д. Л., 2026

© Kruglov D. S., Oleshko E. D., Velichko V. V., Prokusheva D. L., 2026

**Вклад авторов.** Д. С. Круглов, Е. Д. Олешко, В. В. Величко, Д. Л. Прокушева – планирование и проведение эксперимента. Все авторы участвовали в написании текста статьи, включая «Заключение» и «Обсуждение результатов».

**Для цитирования:** Круглов Д. С., Олешко Е. Д., Величко В. В., Прокушева Д. Л. Ресурсный потенциал *Onosma simplicissima* L. (*Boraginaceae*), произрастающей в Новосибирской области. *Гербарium*. 2026;3(1):33–40. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-1-63>

## Resource Potential of *Onosma simplicissima* L. (*Boraginaceae*) Growing in the Novosibirsk Region

Dmitriy S. Kruglov✉, Egor D. Oleshko, Victoria V. Velichko, Daria L. Prokusheva

Novosibirsk State Medical University (NSMU). 52, Krasny prospekt, Novosibirsk, Novosibirsk region, 630091, Russia

✉ **Corresponding author:** Dmitriy S. Kruglov. **E-mail:** [kruglov\\_ds@mail.ru](mailto:kruglov_ds@mail.ru)

**ORCID:** Dmitriy S. Kruglov – <https://orcid.org/0000-0003-1904-7901>;

Egor D. Oleshko – <https://orcid.org/0009-0004-7127-310X>;

Victoria V. Velichko – <https://orcid.org/0000-0002-9224-9350>;

Daria L. Prokusheva – <https://orcid.org/0009-0009-0480-2311>.

**Received:** 12.12.2025

**Accepted:** 16.01.2026

**Published:** 16.01.2026

### Abstract

**Introduction.** Wild medicinal plants represent an important source of biologically active compounds widely used in pharmaceutical practice. Species of the genus *Onosma* L. (*Boraginaceae*) are characterized by high ecological plasticity and significant pharmacological potential associated with the accumulation of phenolic compounds. *Onosma simplicissima* L., widely distributed in the steppe and forest-steppe landscapes of Western Siberia, is considered a promising source of flavonoids and oxycinnamomic acids. However, an adequate assessment of its resource potential requires consideration of both biomass reserves and environmentally driven variability of the phytochemical profile.

**Aim.** To perform a comprehensive assessment of the resource potential of *Onosma simplicissima* L. within the Novosibirsk Region and to determine the influence of habitat conditions on the content of phenolic compounds in herb raw material.

**Materials and methods.** The study was conducted on the aerial parts of *O. simplicissima* collected at the flowering stage from nine locations in the Novosibirsk Region. Resource characteristics were evaluated using the model plant method with calculation of biological and exploitable reserves as well as potential annual harvest volumes. The total content of oxycinnamomic acids and flavonoids was determined by spectrophotometry and expressed as rosmarinic acid and rutin equivalents, respectively. Statistical analysis was performed using Student's t-test at a confidence level of  $P = 95\%$ .

**Results and discussion.** A pronounced spatial heterogeneity of biomass density and phenolic compound content was revealed depending on habitat conditions. Maximum biomass values were observed in floodplain and anthropogenically transformed habitats, whereas the highest concentrations of phenolic compounds were recorded in xerophytic rocky slopes. An inverse relationship between biomass accumulation and phenolic metabolite content was established, reflecting the adaptive strategy of the species under abiotic stress.

**Conclusion.** *Onosma simplicissima* L. demonstrates a high resource potential in the Novosibirsk Region and can be regarded as a promising source of phenolic compounds. Ecologically determined variability in biomass reserves and chemical composition does not limit the feasibility of sustainable harvesting across all studied sites. The obtained results may be applied in rational resource management and the development of phytomedicines.

**Keywords:** *Onosma simplicissima* L., *Boraginaceae*, resource potential, phenolic compounds, flavonoids, herb raw material, ecological variability

**Conflict of interest.** The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Contribution of the authors.** Dmitriy S. Kruglov, Egor D. Oleshko, Victoria V. Velichko, and Daria L. Prokusheva were responsible for planning and conducting the experiment. All authors contributed to writing the manuscript, including the Conclusion and Discussion sections.

**For citation:** Kruglov D. S., Oleshko E. D., Velichko V. V., Prokusheva D. L. Resource Potential of *Onosma simplicissima* L. (*Boraginaceae*) Growing in the Novosibirsk Region. *Herbarium*. 2026;3(1):33–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2026-3-1-63>

## Введение

Растительные ресурсы являются одним из основных источников получения различных групп биологически активных соединений (БАС), обладающих фармакологической активностью. Особый интерес представляют дикорастущие виды растений, имеющие обеспеченную сырьевую базу, позволяющую заготавливать сырье с требуемым содержанием БАС в промышленных масштабах, для чего необходимо определять объем возможных ежегодных заготовок и изменчивость содержания БАС в сырье для растений, произрастающих в типичных местах обитания.

Представители рода *Onosma* L. семейства *Boraginaceae* привлекают внимание исследователей благодаря сочетанию экологической пластичности и высокому фармакологическому потенциалу. Среди них *Onosma simplicissima* L. – растение, широко распространенное в степных и лесостепных зонах Западной Сибири. Нашими исследованиями [1] была показана перспективность *Onosma simplicissima* как источника БАС, обладающих в том числе противовирусной и гипогликемической активностью.

Для Новосибирской области характерно уникальное сочетание климатических и орографических факторов [2]: резко континентальные условия, мозаичная структура ландшафтов [3], чередование степных, лесостепных и лесных экосистем [4] создают широкий спектр экологических ниш, характерных для *Onosma* в целом [5].

На территории области *Onosma simplicissima* является типичным представителем степных, петрофильных видов травянистых сообществ класса *Festuco-Brometea* [6] и произрастает в диапазоне условий, включающих все характерные для данного класса типы местообитаний. К ним относятся каменистые и щебнистые степные склоны [7], остепненные участки сосновых боров, участки с дерновинной степной растительностью [8] и нарушенные биотопы техногенного происхождения [9]. Это позволяет рассматривать регион как репрезентативную модельную систему [9], где можно изучить влияние экологических факторов на биомассу и фитохимический профиль *O. simplicissima* в пределах одной популяционно-географической единицы.

В ряде исследований отмечается, что для лекарственных растений, произрастающих в стрессовых условиях (ксерофитные местообитания, каменистые субстраты, высокий уровень солнечной инсоляции), характерно увеличение синтеза фенольных соединений, выполняющих защитную роль [10]. *O. simplicissima*, являясь типичным растением открытых засушливых ландшафтов, демонстрирует высокий уровень адаптивной пластичности [11], что должно на-

ходить отражение и в содержании флавоноидов [12]. Изучение ресурсного потенциала лекарственных растений традиционно базируется на оценке биомассы и площади распространения, однако для реального представления фармацевтической ценности требуются данные не только о количестве, но и о качестве растительного сырья, прежде всего о содержании БАС. Для рода *Onosma* L. критически важны сведения о концентрации флавоноидов, так как именно эта группа метаболитов определяет значительную часть гипогликемических, антимикробных и противовирусных свойств сырья. Однако содержание фенольных соединений в растениях – представителях рода подвержено высокой, экологически обусловленной вариативности, связанной с типом субстрата, инсоляцией, степенью ксероморфности местообитаний, возрастной структурой ценопопуляций и уровнем антропогенной нагрузки [13]. Таким образом, оценка ресурсного потенциала без учета фитохимического профиля приводит к снижению точности прогнозирования ценности сырья.

Целью работы является комплексная оценка ресурсных характеристик *O. simplicissima* в пределах Новосибирской области и выявление влияния экологических условий на содержание флавоноидов в растениях.

## Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали траву *Onosma simplicissima*, собранную в фазу цветения. Сбор проводили на территории семи районов Новосибирской области: Искитимского, Новосибирского, Маслянинского, Мошковского, Ордынского, Тогучинского и Черепановского (рисунок 1). Характеристика мест сбора приведена в таблице 1.

Видовая принадлежность заготовленных растений определена д. б. н. С. В. Овчинниковой (ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН). Гербарные образцы хранятся в Гербарии им. М. Г. Попова (NSK).

Определение ресурсных показателей в конкретных ценопопуляциях, координаты которых были установлены с использованием навигатора Garmin eTrex 32x, осуществляли с использованием метода модельных экземпляров [14]. Исследования проводили в фазу цветения растений; сбору подлежали вполне развитые здоровые генеративные побеги. Площадь ценопопуляции разбивали на учетные площадки размером 1 м<sup>2</sup> и с помощью генератора случайных чисел выбирали 30 площадок. На каждой из них отбирали модельный экземпляр и подсчитывали их количество. После чего определяли плотность запаса путем умножения массы модельного образца на их количество на площадке. Критерием достаточности служило значение среднеквадратичного отклонения,



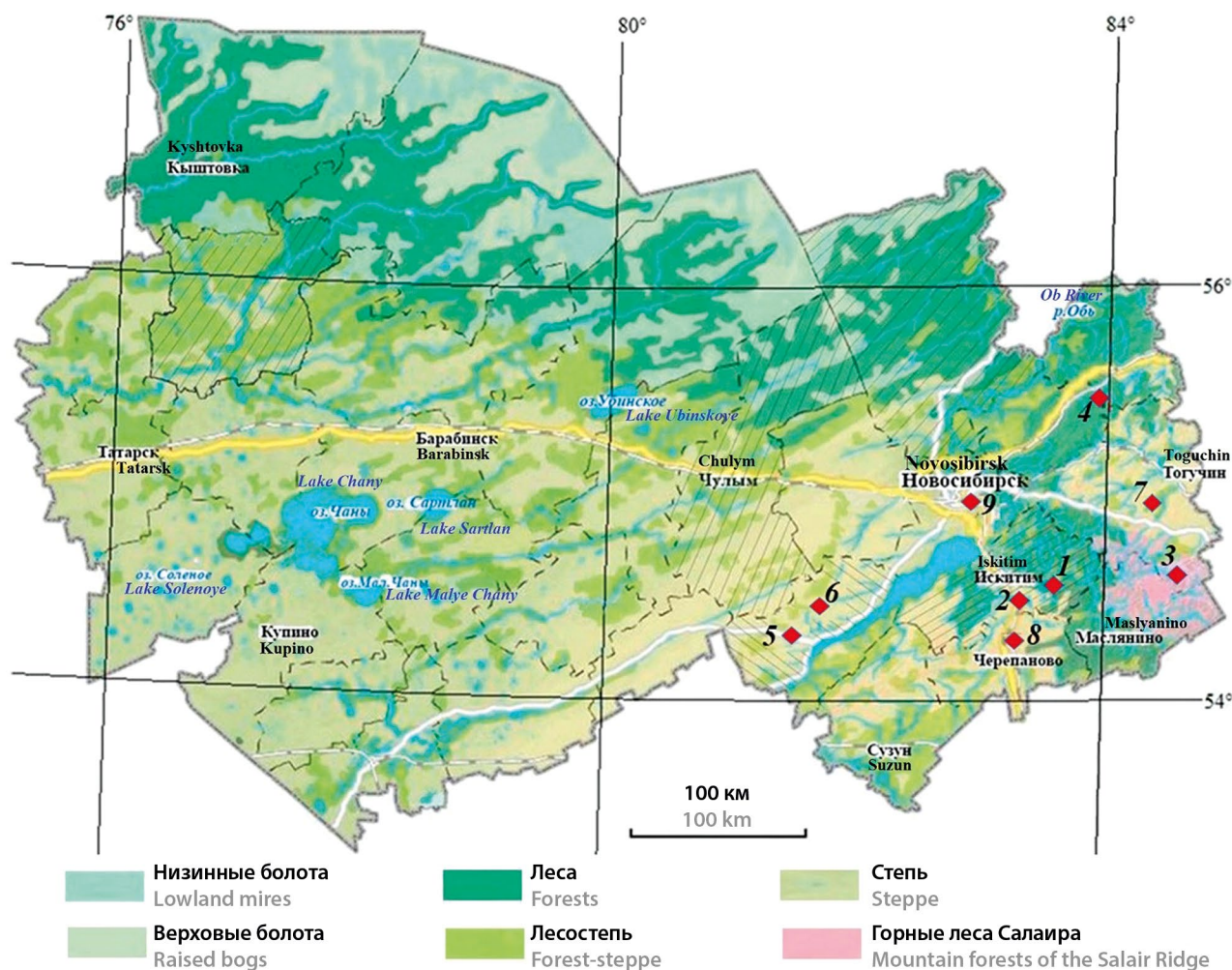


Рисунок 1. Карта растительности Новосибирской области и места сбора *O. simplicissima* L.

Figure 1. Vegetation map of the Novosibirsk Region and sampling sites of *O. simplicissima* L.

составляющее не более 15 % от величины среднего значения массы образцов<sup>1</sup>. Ресурсоведческие характеристики определяли по формулам:

биологический запас

$$(БЗ): БЗ = S_{уч.} \cdot m_{зап.},$$

эксплуатационный запас

$$(ЭЗ): ЭЗ = S_{уч.} \cdot (m_{зап.} - 2\sigma),$$

где  $S_{уч.}$  – площадь популяции, га;  $m_{зап.}$  – плотность запаса, кг/га.

Возможный объем ежегодных заготовок (ВОЕЗ):

$$ВОЕЗ = ЭЗ / (ОЗ + 1).$$

<sup>1</sup> Методика определения запасов лекарственных растений: приказ Гослесхоза СССР от 05.03.1986. Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/9032337>. Ссылка активна на 23.12.2025.

Оборот заросли (ОЗ) для *O. simplicissima* может быть принят равным 4 годам, что соответствует международным рекомендациям по устойчивой заготовке сырья многолетних видов<sup>2</sup>, в которых 4 года рассматриваются как допустимый период заготовки, обеспечивающий восстановление популяции и сохранение экологического баланса.

Для определения содержания фенольных кислот получали извлечения из сырья с использованием в качестве экстрагента этанола с концентрацией 70 %. Соотношение сырье:экстрагент – 1:50, время выдержки на водяной бане – 30 мин. Количественное содержание суммы фенольных соединений в сырье определяли по величине оптической плотности извлечения при длине волны 328 нм в пересчете на розмариновую кислоту, а содержание суммы флавоноидов – при длине волны 361 нм в пересчете на

<sup>2</sup> IUCN. Guidelines on harvesting threatened species. Available at: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2025-011-En.pdf>. Accessed: 23.12.2025.

**Таблица 1. Объекты исследования**

**Table 1. Research objects**

№ локации Site No.	Местонахождение ценопопуляции Location of the cenopopulation	Характеристика местообитания Habitat characteristics	Координаты Coordinates	
			С. ш. N lat.	В. д. E lon.
1	Искитимский р-н, окр. пос. Ложок, левый берег р. Шипунихи Iskitim District, vicinity of Lozhok settlement, left bank of the Shipunikha River	Каменистый склон, разреженный березовый лес с участками луговой и степной растительности Rocky slope; sparse birch woodland with patches of meadow and steppe vegetation	54°34'	83°21'
2	Искитимский р-н, окр. пос. Ургун Iskitim District, vicinity of Urgun settlement	Южный склон сланцевых отложений – сухие разнотравно-луговые и степные участки, редколесье/кустарнички Southern slope of shale deposits; dry forb-meadow and steppe areas, sparse woodland/shrub communities	54°29'	83°21'
3	Маслянинский р-н, окр. д. Барсуково, левый берег р. Укроп Maslyaninsky District, vicinity of Barsukovo village, left bank of the Ukrop River	Прибрежные склоны с карстовыми участками, смешанные рудеральные сообщества, березово-осиновые участки с травянистым покровом Riparian slopes with karst formations; mixed ruderal communities; birch-aspen stands with herbaceous cover	54°37'	84°35'
4	Мошковский р-н, окр. пос. Участок-Балта, правый берег р. Сарбойан Moshkovsky District, vicinity of Uchastok-Balta settlement, right bank of the Sarboyan River	Каменистый склон с кустарничковыми сообществами Rocky slope with dwarf-shrub communities	55°25'	83°55'
5	Ордынский р-н, окр. пос. Филиппово, р. Замарайка Ordynsky District, vicinity of Filippovo settlement, Zamarayka River	Каменистый склон, разреженные кустарничковые сообщества Rocky slope with sparse dwarf-shrub vegetation	54°19'	81°31'
6	Ордынский р-н, окр. пос. Бугринская Роща, по р. Луковке Ordynsky District, vicinity of Bugrinskaya Roshcha settlement, along the Lukovka River	Холмистые участки с луговыми поясами и локальными каменистыми выходами Hilly terrain with meadow belts and local rocky outcrops	54°28'	81°42'
7	Тогучинский р-н, окр. пос. Карпысак, юго-западный склон сопки Лысой Toguchinsky District, vicinity of Karpysak settlement, southwestern slope of Lysaya Hill	Ковыльно-типчаковые и разнотравные участки, кустарнички на каменистых склонах Feather grass-fescue and forb-dominated steppe areas; dwarf shrubs on rocky slopes	54°54'	84°25'
8	Черепановский р-н, окр. пос. Посевная, по р. Инё Cherepanovsky District, vicinity of Posevnaya settlement, along the Inya River	Холмы вдоль речных долин – смешанные леса с участками лугов на склонах Hills along river valleys; mixed forests with meadow patches on slopes	54°18'	83°20'
9	г. Новосибирск, Октябрьский р-н, Ключ-Камышенское плато Novosibirsk City, Oktyabrsky District, Klyuch-Kamyshenskoye Plateau	Урбанизированные каменистые откосы – рудеральные сообщества, ксерофитные участки вдоль железнодорожной насыпи Urbanized rocky embankments; ruderal communities; xerophytic habitats along railway slopes	55°04'	83°02'

рутин. Для расчетов использовали методику [15], основанную на аддитивности закона Бугера – Ламберта – Бера и представляющую собой решение следующей системы линейных уравнений:

$$D_{328} = \epsilon_1^{328} \cdot C_1 + \epsilon_2^{328} \cdot C_2,$$

$$D_{361} = \epsilon_1^{361} \cdot C_1 + \epsilon_2^{361} \cdot C_2,$$

где  $D_{328}$  и  $D_{361}$  – оптические плотности, измеренные при длинах волн 328 и 361 нм соответственно;  $\epsilon_1^{328}$ ,  $\epsilon_1^{361}$  и  $\epsilon_2^{328}$ ,  $\epsilon_2^{361}$  – коэффициенты экстинкции 1-го компонента (розмариновой кислоты) и второго компонента (рутина) при длинах волн 328 и 361 нм;  $C_1$  и  $C_2$  – концентрации розмариновой кислоты и рутина в извлечении.

Значения экстинкций розмариновой кислоты и рутина при разных длинах волн были рассчитаны по прилагаемым спектрам (рисунок 2) стандартных образцов рутина (CAS № 153-18-4, PhytoLab, Германия, кат. № 89270) и розмариновой кислоты (CAS № 202283-92-5, HRC Standarts GmbH, Германия, кат. № 687701).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel. Значимость различий средних значений определяли с использованием t-критерия Стьюдента при уровне доверительной вероятности  $P = 95\%$  [16].

### Результаты и их обсуждение

Полученные результаты приведены в таблице 2.

Анализ полученных результатов выявил выраженную пространственную неоднородность показателей плотности запаса и содержания фенольного комплекса. Установлено, что плотность запаса и концентрация фенольных соединений демонстрируют разнонаправленную динамику в зависимости от степени ксерофитизации местообитания, мощности почвенного профиля и уровня абиотического стресса.

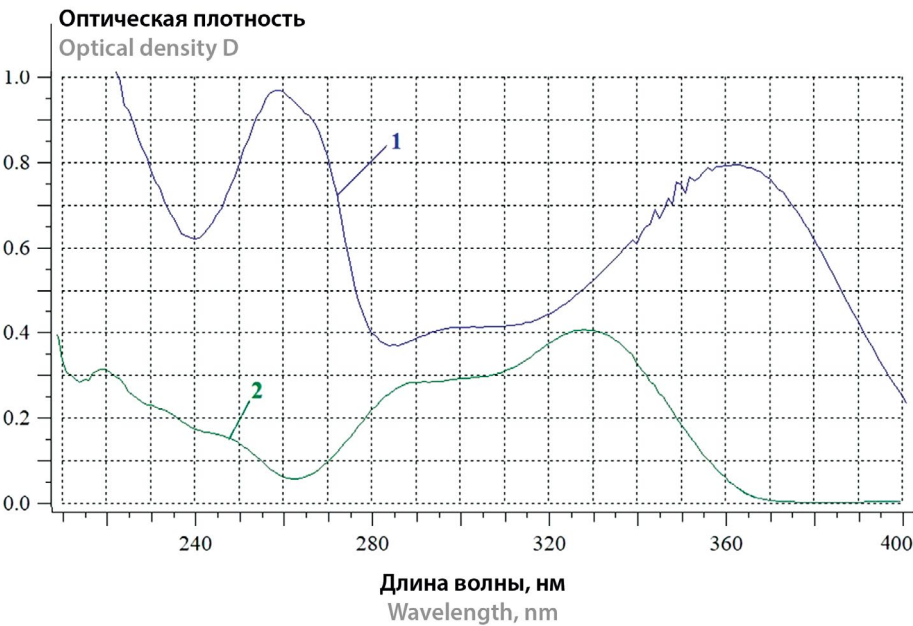


Рисунок 2. УФ-спектры референс-стандартов рутина (1) и розмариновой кислоты (2)

Figure 2. UV spectra of reference standards: rutin (1) and rosmarinic acid (2)

Таблица 2. Ресурсоведческие показатели и содержание фенольных соединений в траве *O. simplicissima* в исследуемых локациях

Table 2. Resource characteristics and phenolic compound content in the aerial parts of *Onosma simplicissima* L. at the studied sites

№ локации Site No.	Площадь, $\times 10^3 \text{ м}^2$ Area, $\times 10^3 \text{ м}^2$	БОЕЗ, кг Potential annual harvest, kg	Плотность запаса*, $\text{г/м}^2$ Biomass density*, $\text{g/м}^2$	Суммарное содержание БАС фенольного комплекса, % Total content of phenolic bioactive compounds, %
1	89,5	$368,7 \pm 40,3$	$4,12 \pm 0,45$	$5,4 \pm 0,4$
2	6,34	$38,2 \pm 4,4$	$6,02 \pm 0,7$	$4,7 \pm 0,3$
3	1,29	$4,5 \pm 0,6$	$3,5 \pm 0,5$	$3,4 \pm 0,2$
4	61,8	$658,2 \pm 108,8$	$10,65 \pm 1,76$	$4,35 \pm 0,2$
5	146,8	$2657,1 \pm 293,6$	$18,1 \pm 2,0$	$4,86 \pm 0,16$
6	115,6	$2046,1 \pm 219,6$	$17,7 \pm 1,9$	$4,8 \pm 0,6$
7	11,2	$91,2 \pm 12,9$	$8,14 \pm 1,15$	$4,8 \pm 0,4$
8	53,9	$813,9 \pm 86,2$	$15,1 \pm 1,6$	$4,0 \pm 0,3$
9	11,3	$273,5 \pm 36,2$	$24,2 \pm 3,2$	$3,9 \pm 0,2$

Примечание. \* Величина, равная отношению БОЕЗ к площади исследуемого участка.

Note. \* Value calculated as the ratio of the potential annual harvest to the area of the studied site.



Наименьшие значения биомассы отмечены на участках с предельно ограниченными ресурсами почвы и влаги: преимущественно на каменистых склонах с разреженными древесно-кустарничковыми сообществами (Искитимский р-н, р. Шипуниха – 4,12 г/м<sup>2</sup>; Барсуково – 3,5 г/м<sup>2</sup>). Эти локалитеты характеризуются маломощными субстратами, повышенной инсоляцией и значимой дренированностью, что ограничивает развитие корневой системы и формирование плотной вегетативной массы.

Более высокие показатели плотности запаса регистрируются в местах с умеренно выраженным ксерофитным режимом, где каменистые выходы чередуются с участками луговой растительности и кустарничковыми поясами (Тогучинский р-н – 8,14 г/м<sup>2</sup>; Мошковский р-н – 10,65 г/м<sup>2</sup>). Здесь растения имеют доступ к более глубоким почвенным горизонтам, которые аккумулируют влагу в течение вегетационного периода.

Максимальные величины биомассы отмечены в пойменных и околословных биотопах, а также в урбанизированных рудеральных сообществах (Черепановский р-н – 15,1 г/м<sup>2</sup>; Бугринская Роща – 17,7 г/м<sup>2</sup>; Новосибирск, Ключ-Камышенское плато – 24,2 г/м<sup>2</sup>). В поймах рек такие условия обусловлены стабильным увлажнением, мягким микроклиматом и глубоким почвенным профилем. В урбанизированных субстратах высокая биомасса связана с накоплением мелкозема, повышенной температурой грунта, фрагментацией конкурентов и азотным обогащением вследствие техногенных источников.

Таким образом, плотность запаса *O. simplicissima* закономерно возрастает в направлении «каменистые ксерофитные склоны → смешанные степные сообщества → пойменные и антропогенно модифицированные местообитания», что соответствует общему адаптивным стратегиям видов аридного флористического комплекса [17].

Концентрация фенольных соединений демонстрирует противоположную тенденцию: максимальные значения наблюдаются на наиболее стрессовых участках, тогда как в оптимальных условиях биосинтез фенольных соединений снижается. На каменистых и южных экспозициях, характеризующихся интенсивной инсоляцией, сезонной аридностью и дефицитом почвенной влаги, достигнуты наибольшие уровни фенольного комплекса (Искитимский р-н, Ложок – 5,4 %; Ургун – 4,7 %).

Умеренные значения фенольных метаболитов определены в биотопах с более стабильным гидро-термическим режимом (Мошковский р-н – 4,35 %; Бугринская Роща – 4,8 %; Карпысак – 4,8 %), где растения испытывают меньшую потребность в активации защитных физиологических механизмов.

Минимальные концентрации фенольного комплекса выявлены в пойменных, влажных и урбанизированных местообитаниях (Барсуково – 3,4 %; Ключ-Камышенское плато – 3,9 %). В таких условиях абиотический стресс минимизирован, что способствует перераспределению метаболической энергии

в сторону роста, а не вторичного синтеза. Вместе с тем содержание фенольного комплекса сохраняется в пределах от 3,4 до 5,4 %, что не является критичным.

Между биомассой и содержанием фенольных соединений прослеживается обратная зависимость – типичная для травянистых ксерофитов и многих многолетних корневых видов: при ограниченности влаги и низкой доступности почвенных ресурсов растение инвестирует в защитные вторичные метаболиты, что сопровождается замедлением вегетативного роста. В благоприятных условиях, напротив, усиливается фотосинтетическая активность и формирование биомассы при одновременном снижении потребности в индукции фенольных соединений.

## Заключение

1. Суммарный БОЕЗ, определенный по 9 исследуемым локациям, составил 6950 кг/год, и из этого объема заготовленного сырья может быть извлечено и использовано для создания ЛРП 325,4 кг фенольных соединений.
2. Выявленные закономерности отражают адаптационную стратегию вида, сочетающую пластичность в отношении абиотических факторов с выраженной метаболической перестройкой в ответ на стрессовые условия. При этом содержание фенольного комплекса изменяется незначительно и все рассмотренные локации пригодны для сбора сырья.
3. Экологически детерминированная вариабельность запасов и химического состава растений позволяет рассматривать данный вид не только как перспективный источник лекарственного сырья, но и как индикатор состояния ксерофитных местообитаний и уровня антропогенной трансформации ландшафта.

## Литература

1. Величко В.В., Круглов Д.С., Олешко Е.Д. Фармакогностическое исследование и диагностические признаки травы оносмы простейшей. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2024;8(3):115–126. DOI: 10.31549/2542-1174-2024-8-3-115-126.
2. Королюк А.Ю., Ямалов С.М., Лебедева М.В., Золоторева Н.В., Дулепова Н.А., Голованов Я.М. Закономерности изменения состава петрофитной растительности Южного Урала и сопредельных территорий на градиенте увлажнения. *Сибирский экологический журнал*. 2020;27(5):612–622. DOI: 10.15372/SEJ20200505.
3. Безруких В.А., Антоненко О.В., Вандеров А.В., Авдеева Е.В. Своеобразие растительного покрова подтайги и лесостепей юго-востока Западно-Сибирской равнины и Северо-Минусинских впадин. *Хвойные бореальной зоны*. 2015;33(56):195–200.
4. Королюк А.Ю., Тищенко М.П. Дифференциация луговой и степной растительности к западу и востоку реки Оби. *Ботанический журнал*. 2022;107(10):966–982. DOI: 10.31857/S0006813622100076.

5. Королук Е. А. Красильные растения Алтая и сопредельных территорий. *Химия растительного сырья*. 2003;1:101–135.
6. Королук А. Ю. Сообщества класса Festuco-Brometea на территории Западно-Сибирской равнины. *Растительность России*. 2014;25:45–70.
7. Shilov S. V., Ustenova G. O., Kiyekbayeva L. N., Korotetskiy I. S., Kudashkina N. V., Zubenko N. V., Parenova R. A., Jumagazyeva A. B., Iskakbayeva Z. A., Kenesheva S. T. Component Composition and Biological Activity of Various Extracts of *Onosma gmelinii* (Boraginaceae). *International Journal of Biomaterials*. 2022;4427804. DOI: 10.1155/2022/4427804.
8. Доронкин В. М., Ковтонюк Н. К., Зуев В. В. и др. Флора Сибири. Т. 11. Pyrolaceae-Lamiaceae (Labiatae). Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН; 1997. 296 с.
9. Sharma A., Shahzad B., Rehman A., Bhardwaj R., Landi M., Zheng B. Response of Phenylpropanoid Pathway and the Role of Polyphenols in Plants under Abiotic Stress. *Molecules*. 2019;24(13):2452. DOI: 10.3390/molecules24132452.
10. Sun Q., Li X., Sun L., Sun M., Xu H., Zhou X. Plant hormones and phenolic acids response to UV-B stress in *Rhododendron chrysanthum* Pall. *Biology Direct*. 2024;19(1):40. DOI: 10.1186/s13062-024-00483-0.
11. Лашинский Н. Н., Тищенко М. П., Писаренко О. Ю., Лашинская Н. В. Растительный покров подтаежных ландшафтов предгорной равнины правобережья реки Оби. *Растительность России*. 2014;24:63–85.
12. Величко В. В., Круглов Д. С., Оленников Д. Н., Олешко Е. Д. Фенольные соединения и алкалоиды *Onosma simplicissima* (Boraginaceae), произрастающей в Западной Сибири. *Химия растительного сырья*. 2025;3:133–142. DOI: 10.14258/jcprm.20250316840.
13. Vinogradova N., Vinogradova E., Chaplygin V., Mandzhieva S., Kumar P., Rajput V. D., Minkina T., Seth C. S., Burachevskaya M., Lysenko D., Singh R. K. Phenolic Compounds of the Medicinal Plants in an Anthropogenically Transformed Environment. *Molecules*. 2023;28(17):6322. DOI: 10.3390/molecules28176322.
14. Величко В. В., Круглов Д. С., Турышев А. Ю., Белоногова В. Д. Определение запасов сырья *Pulmonaria mollis* и *P. obscura* (Boraginaceae). *Растительные ресурсы*. 2025;61(3):52–59. DOI: 10.7868/S3034572325030034.
15. Величко В. В., Круглов Д. С. Спектрофотометрическое определение А-витаминной активности каротиноидсодержащего сырья. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2021;4:17–26. DOI: 10.31549/2542-1174-2021-4-17-26.
16. Никитин В. И. Первичная статистическая обработка экспериментальных данных. Самара: Самарский государственный технический университет; 2017. 80 с.
17. Yang X.-D., Wu N.-C., Gong X.-W. Plant Adaptation to Extreme Environments in Drylands. *Forests*. 2023;14(2):390. DOI: 10.3390/f14020390.
- Urals and adjacent territories. *Contemporary Problems of Ecology*. 2020;27(5):612–622. (In Russ.) DOI: 10.15372/SEJ20200505.
3. Bezrukh V. A., Antonenko O. V., Vanderov A. V., Avdeeva E. V. Peculiarities of the vegetation cover of subtaiga and forest-steppes in the south-east of the west siberian plain and the north Minusinsk basin. *Conifers of the boreal area*. 2015;33(56):195–200. (In Russ.)
4. Korolyuk A. Yu., Tishchenko M. P. Differentiation of meadow and steppe vegetation west and east of Ob' river. *Botanicheskii Zhurnal*. 2022;107(10):966–982. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0006813622100076.
5. Korolyuk E. A. Dye plants of Altai and adjacent territories. *Chemistry of plant raw materials*. 2003;1:101–135. (In Russ.)
6. Korolyuk A. Yu. Communities of the class Festuco-Brometea on the territory of the West Siberian Plain. *Vegetation of Russia*. 2014;25:45–70. (In Russ.)
7. Shilov S. V., Ustenova G. O., Kiyekbayeva L. N., Korotetskiy I. S., Kudashkina N. V., Zubenko N. V., Parenova R. A., Jumagazyeva A. B., Iskakbayeva Z. A., Kenesheva S. T. Component Composition and Biological Activity of Various Extracts of *Onosma gmelinii* (Boraginaceae). *International Journal of Biomaterials*. 2022;4427804. DOI: 10.1155/2022/4427804.
8. Doronkin V. M., Kovtonyuk N. K., Zuev V. V., et al. Flora of Siberia. T. 11. Pyrolaceae-Lamiaceae (Labiatae). Novosibirsk: Nauka. Sibirskaya izdatelskaya firma RAN; 1997. 296 p. (In Russ.)
9. Sharma A., Shahzad B., Rehman A., Bhardwaj R., Landi M., Zheng B. Response of Phenylpropanoid Pathway and the Role of Polyphenols in Plants under Abiotic Stress. *Molecules*. 2019;24(13):2452. DOI: 10.3390/molecules24132452.
10. Sun Q., Li X., Sun L., Sun M., Xu H., Zhou X. Plant hormones and phenolic acids response to UV-B stress in *Rhododendron chrysanthum* Pall. *Biology Direct*. 2024;19(1):40. DOI: 10.1186/s13062-024-00483-0.
11. Lashchinskiy N. N., Tishchenko M. P., Pisarenko O. Yu., Lashchinskaya N. V. Vegetation cover of subtaiga landscapes in premountain plain on a right bank of the Ob river. *Vegetation of Russia*. 2014;24:63–85. (In Russ.)
12. Velichko V. V., Kruglov D. S., Olennikov D. N., Oleshko E. D. Phenolic compounds and alkaloids of *Onosma simplicissima* (Boraginaceae) from western Siberia. *Chemistry of plant raw material*. 2025;3:133–142. (In Russ.) DOI: 10.14258/jcprm.20250316840.
13. Vinogradova N., Vinogradova E., Chaplygin V., Mandzhieva S., Kumar P., Rajput V. D., Minkina T., Seth C. S., Burachevskaya M., Lysenko D., Singh R. K. Phenolic Compounds of the Medicinal Plants in an Anthropogenically Transformed Environment. *Molecules*. 2023;28(17):6322. DOI: 10.3390/molecules28176322.
14. Velichko V. V., Kruglov D. S., Turyshev A. Yu., Belonogova V. D. Estimation of *Pulmonaria mollis* and *P. obscura* (Boraginaceae) Raw Material Stocks. *Vegetation Resources*. 2025;61(3):52–59. (In Russ.) DOI: 10.7868/S3034572325030034.
15. Velichko V. V., Kruglov D. S. The spectrophotometric determination of A-vitamin activity of carotenoid-containing raw material. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2021;4:17–26. (In Russ.) DOI: 10.31549/2542-1174-2021-4-17-26.
16. Nikitin V. I. Primary statistical processing of experimental data. Samara: Samara State Technical University; 2017. 80 p. (In Russ.)
17. Yang X.-D., Wu N.-C., Gong X.-W. Plant Adaptation to Extreme Environments in Drylands. *Forests*. 2023;14(2):390. DOI: 10.3390/f14020390.

## References

1. Velichko V. V., Kruglov D. S., Oleshko E. D. A pharmacognostic study and diagnostic signs of *Onosma simplicissima* herb. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2024;8(3):115–126. (In Russ.) DOI: 10.31549/2542-1174-2024-8-3-115-126.
2. Korolyuk A. Yu., Yamalov S. M., Lebedeva M. V., Zolotareva N. V., Dulepova N. A., Golovanov Ya. M. Petrophytic vegetation patterns on moisture gradient in the Southern