

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕВЯСИЛА ВЫСОКОГО В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Б.Г. Цугкиев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Л.Ч. Гагиева, доктор биологических наук, доцент
В.Б. Цугкиева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Э.А. Цагараева, доктор биологических наук, доцент
Л.М. Цейко, аспирант

Горский государственный аграрный университет

E-mail: laragagieva@yandex.ru

Ключевые слова: *Inula helenium* L., *I. aspera* L., лекарственные растения, девясил высокий, морфологические признаки, потенциальная и реальная семенная продуктивность, индекс продуктивности.

Реферат. Зеленая масса и корневища *Inula helenium* L. являются ценным сырьем, имеющим большое практическое значение в качестве перспективного источника БАВ. Анализ морфологических и биологических показателей растений в природных популяциях позволяет определить урожай и при заготовке сырья ориентироваться на ценопопуляции с повышенной фитомассой соцветий. Оценка динамики формирования надземной фитомассы, показатели фотосинтетической активности, продуктивность надземной массы и семенная продуктивность *I. helenium* в природных условиях также позволяют определить влияние абиотических и биотических факторов среды. Исследованиями, проведенными в условиях лаборатории кафедры биотехнологии и стандартизации факультета биотехнологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», в средних образцах *I. helenium*, отобранных в естественных ценопопуляциях РСО – Алания на высотах 615 – 847 м над уровнем моря в растительной ассоциации злаково-разнотравный луг, определены морфологические и биологические показатели и установлено, что вдоль высотного профиля снижается масса корневища с корнями. *Inula helenium* в ценопопуляциях вырастают на различных высотах от 127 до 220 см и формируют в среднем 230 – 390 г корневищ с корнями. Для особей *Inula helenium* характерно образование 24 – 26 соцветий в среднем на одном побеге, каждое из которых дает 625 – 1015 шт. семян с 1 корзинки. Образцы девясила высокого, отобранные в окрестностях с. Сурх-Дигора и с. Чикола РСО – Алания, характеризуются высокой массой 1000 семян (1834,78 – 1923,24 мг) и диаметром корзинки (6,98 – 7,29 см).

COMPARATIVE MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF INULA HELENIMUM IN NATURAL CONDITIONS

B.G. Tsugkiev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
L.Ch. Gagieva, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor
V.B. Tsugkieva, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
E.A. Tsagaraeva, Doctor of Biological Sciences, Professor
L.M. Tseyko, PhD student

Gorsky State Agrarian University

Keywords: *Inula helenium* L., *I. aspera* L., medicinal plants, high elecampane, morphological features, potential, real seed productivity, productivity index.

Abstract. Green mass and rhizomes of *Inula helenium* L. are valuable raw materials of great practical importance as a promising source of BAS (biologically active substances). An analysis of plants' morphological and biological parameters in natural populations makes it possible to determine the yield and, when harvesting raw materials, focus on cenopopulations with an increased phytomass of inflorescences. Assessing the dynamics of the formation of the aboveground phytomass, indicators of photosynthetic activity, the productivity of the aboveground mass, and seed productivity of *I. helenium* under natural conditions also make

it possible to determine the influence of abiotic and biotic environmental factors. The studies were carried out in the laboratory of the Department of Biotechnology and Standardization of the Faculty of Biotechnology of the FSBEI HE "Mountain State Agrarian University" in medium samples of *I. helenium*, selected in natural cenopopulations of the Republic of North Ossetia - Alania at altitudes of 615 - 847 m above sea level in the plant association of a cereal-forb meadow. In the course of the study, morphological and biological indicators were determined. The authors found that the weight of the rhizome with roots decreases along the vertical profile. *Inula helenium* in cenopopulations grow at different heights from 127 to 220 cm and form an average of 230-390 g of rhizomes with roots. Individuals of *Inula helenium* are characterised by the formation of 24 - 26 inflorescences on average on one shoot, each giving 625 - 1015 pcs seeds from 1 basket. The authors took samples of *elecampane* high close to the villages Surkh-Digora and Chikola North Ossetia - Alania. These samples are characterised by a high weight of 1000 seeds (1834.78 - 1923.24 mg) and a basket diameter (6.98 - 7.29 cm).

Входящие в состав растений различные биологически активные вещества оказывают определенный терапевтический эффект на организм животного и человека, воздействуя на те или иные органы [1]. Многие лекарственные растения способны положительно воздействовать на резистентность организма к повреждающим стрессовым воздействиям [2, 3].

Природная флора Северной Осетии богата ценными и полезными в хозяйстве и быту растениями, однако хищнические методы их заготовки приводят к катастрофическому истощению природных ресурсов [4–9].

Представители рода *Inula* являются перспективными видами для интродукционной работы с целью выявления наиболее пригодных для введения в культурную флору. Это многолетние травянистые растения с прямостоячими побегами, очередным листорасположением простых листьев, располагающихся по всей длине стебля. Цветки обычно небольшого размера, собраны в соцветия (корзинки). На территории Северного Кавказа виды *I. britannica* L. и *I. aspera* Poir. встречаются до среднегорного пояса, вид *I. germanica* L. – в степях на низменности и аридных котловинах нижнегорного пояса [3].

Корни и корневища *Inula helenium* L. применяют в качестве лекарственного растения в народной и официальной медицине; его используют как противовоспалительное, отхаркивающее, антисептическое, желчегонное, спазмолитическое, кровоостанавливающее, мочегонное, антимикробное, нормализующее работу желудочно-кишечного тракта, противоглистное средство [10].

В пищевой промышленности корни и корневища применяют при изготовлении кондитерских и кулинарных изделий, в ликероводочной промышленности – для подкраски и ароматизации вин и напитков. Водные и этанольные экстракты проявляют антиоксидантную активность и антиоксидантные свойства [11].

Наземная масса *Inula helenium* L. отличается высоким содержанием питательных веществ, наибольшее количество протеина отмечается на ранних стадиях развития растения, к периоду цветения оно снижается. Из вегетативных органов протеином наиболее богаты молодые листья; по мере старения растения азотистые вещества перемещаются в репродуктивные органы, где они накапливаются в форме белков. В их составе преобладают жизненно важные незаменимые аминокислоты: триптофан, лизин, метионин, валин, фенилаланин [12, 13].

Важной проблемой является правильная эксплуатация зарослей данного растения, обеспечивающая рациональное использование природных ресурсов и получение сырья высокого качества. Как известно, корни и корневища *Inula helenium* L. заготавливают на второй год жизни один раз в 5 лет, оставляя для возобновления зарослей около 30 % семенников.

Девясил хорошо размножается семенами и вегетативно (делением корневищ). Неприхотлив, хорошо растет на любой почве, но высокие урожаи образует только на плодородных, богатых питательными веществами, рыхлых, легких по механическому составу почвах.

В условиях Республики Северная Осетия – Алания *Inula helenium* L. – массовый вид, встречается от степного до нижнегорно-лесного пояса. Входит в водно-болотно-прибрежную эколого-фитоценотическую группу. Растет на залежах, вдоль дорог на пустырях, лугах, как сорное в посевах растение [13].

Целью исследований является изучение морфологических и биологических характеристик девясила высокого, произрастающего на территории РСО – Алания.

Объектом исследований послужили образцы *Inula helenium* L. семейства Asteraceae, произрастающего в естественных ценопопуляциях РСО – Алания, собранные в период массового цветения и в конце вегетации.

Для характеристики некоторых морфологических признаков *Inula helenium* L. сбор растений проводили согласно общепринятым методикам [14].

Оценивали потенциальную, реальную семенную продуктивность и индекс продуктивности *Inula helenium* L. [14]. Потенциальная семенная продуктивность – это максимально возможное количество семян, которое растение может произвести, если все яйцеклетки в цветках образуют зрелые семена. Реальная семенная продуктивность – число полноценно развитых семян, произведенных растением на отдельный или генеративный побег. Коэффициент продуктивности – отношение показателя реальной семенной продуктивности к потенциальной, выраженное в процентах.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ MS Excel.

Девясил высокий – *Inula helenium* L. на исследуемой территории в основном встречается на открытых полянах или берегах рек, на луговых разнотравных склонах. Образцы отобраны на участках:

- 1) окрестности с. Сурх-Дигора 615, м над уровнем моря, разнотравно-злаковый луг;
- 2) окрестности с. Чикола, 669 м над уровнем моря, злаково-разнотравное сообщество;
- 3) окрестности с. Новый-Урух, 674 м над уровнем моря, разнотравно-злаковый луг;
- 4) окрестности с. Лескен, 779 м над уровнем моря, злаково-разнотравный луг;
- 5) окрестности с. Толдзгун, 797 м над уровнем моря, разнотравно-злаковый луг;
- 6) окрестности с. Ахсарисар, 847 м над уровнем моря, злаково-разнотравный луг.

По результатам маршрутных геоботанических исследований нами установлено, что девясил высокий произрастает на большей части территории на высоте 615 – 847 м над уровнем моря в растительной ассоциации злаково-разнотравный луг.

В исследуемых ценопопуляциях высота образцов, в зависимости от места отбора проб, составляла 127 – 220 см, масса корневища с корнями – 230 – 390 г (табл. 1).

Естественная растительность горных районов подчиняется законам вертикальной зональности. В ценопопуляциях ежегодно наблюдаются изменения как по численности, так и по плотности видов. Ответной реакцией на разнообразные стрессовые действия является изменение качества элементов ценопопуляций особей, что приводит к изменению виталитетного и возрастного состава популяций.

Как видно из данных табл. 1, растения, отобранные в естественных ценопопуляциях, характеризуются диапазонами изменчивости ряда морфологических признаков в зависимости от высотного фактора.

Таблица 1

Характеристика некоторых морфологических признаков *Inula helenium* L.
Characterisation of some morphological features of *Inula helenium* L.

Место отбора растений	Высота над уровнем моря, м	Высота растения, см	Количество стеблевых листьев, шт.	Длина листа, см	Ширина листа, см	Площадь листовой пластины, см ²	Масса корневища с корнями, г
Сурх-Дигора	615	192,40±9,88	43,35 ±0,94	26,47±1,24	27,79±0,46	338,35±15,14	390,57±126,94
Чикола	669	220,67±23,07	44,49 ±4,17	32,87±1,39	31,57±0,41	518,07±35,31	323,52±104,37
Новый Урух	674	127,29±19,23	45,52 ±2,07	34,09 ±2,23	31,92±0,97	545,31±67,15	306,38±21,81
Лескен	778	170,78±11,26	40,26±1,10	24,61±1,92	29,12±1,04	359,01±45,02	245,83±11,47
Толдзгун	797	177,79±15,86	43,40±2,07	29,51±1,69	30,10±0,72	440,19±40,66	316,58±66,15
Ахсарисар	847	187,77±2,48	42,24±0,28	34,65±0,95	30,15±0,28	460,12±22,18	230,74±43,67

Растения, отобранные на различных высотах – от 615 до 847 м над уровнем моря, характеризуются различием морфологических признаков. Вдоль высотного профиля снижается масса корневища с корнями. Лучшие характеристики некоторых морфологических признаков имели растения, отобранные в окрестностях с. Чиколы на высоте 669 м над уровнем моря в злаково-разнотравном сообществе. Морфологические признаки изменяются в зависимости от года исследований: в засушливые годы достоверно снижаются площадь листовой пластины ($r = +0,88$) и высота растений ($r = +0,69$).

В естественных условиях *Inula helenium* L. способен размножаться не только вегетативно (делением корневищ), но и семенами. Одна корзинка *Inula helenium* L. образует 586 – 1015 шт. семян. Диаметр корзинок 6,67 – 9,05 см. Семянки длиной до 3 мм, светло-коричневые или бурые. Во всех органах всходов и взрослых растений содержится млечный сок (табл. 2).

Показатели семенной продуктивности особей определяются, с одной стороны, их наследственными особенностями, с другой – условиями выращивания. Семенная продуктивность отражает стабильность ценопопуляций и видов, а также степень их экологической пластичности в конкретных условиях окружающей среды. В наших опытах у особей *Inula helenium* в среднем на одном побеге образуется 24 – 26 соцветий, каждое из которых дает 625 – 1015 шт. семян с 1 корзинки.

Установлены достоверные положительные корреляции между показателями семенной продуктивности исследуемых особей и суммой выпавших осадков ($r = +0,94$), что, вероятно, связано с низкой численностью насекомых-опылителей в период цветения.

Таблица 2

Семенная продуктивность *Inula helenium* L.
Seed productivity of *Inula helenium* L.

Место отбора растений	Высота над уровнем моря, м	Число соцветий, шт.	Масса 1000 семян, мг	Диаметр корзинки, см	Количество семян с 1 корзинки, шт.
Сурх-Дигора	615	24,90±0,47	1923,24±450,68	7,29 ±0,71	1015,48±330,04
Чиколы	669	26,03±0,69	1834,78±271,54	6,98±0,99	841,15±271,35
Новый Урух	674	26,15±1,06	1714,50±181,00	9,05±0,64	796,59±56,70
Лескен	778	24,36±0,58	1068,49±54,23	7,11±0,34	625,65±29,82
Толдзгун	797	25,36±0,70	1635,26±239,36	7,61±0,67	819,72±171,98
Ахсарисар	847	26,29±0,13	856,58±242,68	6,67±1,29	586,40±113,54

Образцы девясила высокого, отобранные в окрестностях с. Сурх-Дигора и с. Чиколы, характеризуются высокой массой 1000 семян (1834,78 – 1923,24 мг) и диаметром корзинки (6,98 – 7,29 см) (см. табл. 2).

Анализ таблиц показал, что *I. helenium* L. можно отнести к видам с высокой семенной продуктивностью, способным продуцировать достаточное количество – 625 – 1015 шт. семян с 1 корзинки для регулярного восстановления видов в фитоценозах и поддержания стабильности их возрастной структуры во всех экотопах, т.е. большой устойчивостью ценопопуляций. Для одновозрастных сообществ характерна низкая устойчивость к антропогенному воздействию.

Семенная продуктивность в природных фитоценозах позволяет определить уровень адаптации вида к условиям местообитания. Значительные показатели плодо- и семяобразования в естественных ценопопуляциях свидетельствуют о хорошей приспособленности *I. helenium* L. и указывают на существенный уровень соответствия природно-экологических условий местообитания биологическим потребностям *I. helenium* L.

Согласно полученным данным, растения *I. helenium* L., отобранные на различных высотах – от 615 до 847 м над уровнем моря, характеризуются различием морфологических признаков. Вдоль высотного профиля снижается масса корневища с корнями, масса семян, количество семян с 1 корзинки. Лучшие характеристики некоторых морфологических признаков имели растения, отобранные в окрестностях с. Чикола.

I. helenium в ценопопуляциях вырастают на различных высотах от 127 до 220 см и формируют в среднем 230 – 390 г корневищ с корнями. Особи *I. helenium* в среднем на одном побеге образуются 24 – 26 соцветий, каждое из которых дает 625 – 1015 шт. семян с 1 корзинки. Образцы девясила высокого, отобранные в окрестностях с. Сурх-Дигора и с. Чикола, характеризуются высокой массой 1000 семян (1834,78 – 1923,24 мг) и диаметром корзинки (6,98 – 7,29 см).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зависимость* содержания биологически активных веществ в траве эфиромасличных растений в зависимости от места произрастания и фенологической фазы развития / Б.Г. Цугкиев, Т.Б. Кайтмазов, Л.Ч. Гагиева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 4. – С. 380–388.
2. *Девясил* высокий – адаптоген и антигипоксанта / К.Л. Зеленская [и др.]; Рос. акад. мед. наук, Ин-т фармакологии ТНЦ СО РАМН. – Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2004.
3. *Галушко А.И.* Флора Северного Кавказа: определитель. – Ростов-н/Д.: Изд-во Ростов. ун-та, 1980. – Т. 3, 175 с.
4. *Емелькина А.И.* Химико-фармакогностическая характеристика сырья девясила высокого, произрастающего в Саратовской области // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 5. – С. 889. – EDN: ХСУХУХ.
5. *Шхагапсоев С.Х., Романова Т.А.* Лекарственная фракция флоры Кабардино-Балкарии: состояние и перспективы исследования // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 32–40. – DOI: 10.47928/1726-9946-2021-21-2-32-40. – EDN: АЕРРЕЕ.
6. *Алихаджиева Д.Ш., Илаева З.М.* Формирование и потенциал рынка лекарственных трав в Чеченской Республике // Пространственное развитие территорий в условиях цифровизации: социо-эколого-экономические системы: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Грозный, 8 – 9 декабря 2020 г. – Грозный: Спектр, 2020. – С. 215–219. – DOI: 10.34708/GSTOU.CONF.2021.92.71.034. – EDN: DKCPJK.
7. *Шхагапсоев С.Х., Чадаева В.А.* Экология ресурсных растений Кабардино-Балкарской Республики. – Нальчик: Изд-во М. и В. Котляровых, 2021. – 258 с. – EDN: ТМВЕКІ.
8. *Тамахина А.Я., Ахкубекова А.А.* Реализация адаптивного потенциала у лекарственных растений (семейства Boraginaceae, Asteraceae) Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Принт Центр, 2019. – 195 с. – EDN: MRZCKR.
9. *Тамахина А.Я.* Мониторинг состояния степных фитоценозов Кабардино-Балкарии // Биологическое разнообразие – основа устойчивого развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., Грозный, 22 мая 2019 г. – Грозный: Чечен. гос. пед. ун-т, 2019. – С. 160–167. – EDN: IGGQPK.
10. *Дьякова Н.А., Гапонов С.П., Сливкин А.И.* Разработка и валидация экспрессной методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов из корней девясила высокого // Химия растительного сырья. – 2021. – № 1. – С. 63–70. – DOI: 10.14258/jcprm.2021017363.
11. *Исследование* антиоксидантных и антирадикальных свойств экстрактов корней и корневищ девясила (*Inula* L.) / В.А. Артемьева, Т.А. Ямашев, Т.А. Панкратова [и др.] // Вестник технологического университета, 2017. – Т. 20, № 20. – С. 109–111. – EDN: ХНХАУW.
12. *Гагиева Л.Ч., Цугкиев Б.Г.* Ресурсы лекарственных и кормовых трав в фитоценозах горной зоны РСО – Алания: монография / Горский гос. аграр. ун-т. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2019. – 223 с.
13. *Гагиева Л.Ч., Зубарева Н.Н., Макиев О.Н.* Девясил высокий – перспективное растение семейства сложноцветные // Новые направления в решении проблем АПК на основе современных

ресурсосберегающих инновационных технологий: тр. Всерос. науч.-практ. конф. – Владикавказ, 2010. – С. 270–271.

14. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.

REFERENCES

1. Cugkiev B.G., Kajtmazov T.B., Gagieva L.Ch., Cugkueva V.B., Rekhviashvili E.I., *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, Vol. 51, No. 4, pp. 380–388. (In Russ.)
2. Zelenskaya K.L. *Devyasil vysokij – adaptogen i antigipoksant* (Devyasil high – adaptogen and antihypoxant), Ros. akad. med. nauk, In-t farmakologii TNC SO RAMN, Tomsk: Izd-vo Tom. gos. ped. un-ta, 2004.
3. Galushko A.I. *Flora Severnogo Kavkaza: opredelitel'* (Flora of the North Caucasus: a determinant.), Rostov-n/D.: Izd-vo Rostov. un-ta, 1980, vol. 3, 175 p.
4. Emel'kina A.I. *Byulleten' medicinskih internet-konferencij*, 2016, Vol. 6, No. 5, P. 889, EDN: XCYXYX. (In Russ.)
5. Shkhagapsoev S.H., Romanova T.A., *Doklady Adygskoj (Cherkesskoj) Mezhdunarodnoj akademii nauk*, 2021, Vol. 21, No. 2, pp. 32–40, DOI: 10.47928/1726-9946-2021-21-2-32-40, EDN: AEPPEF. (In Russ.)
6. Alihadzhieva D.Sh., Ilaeva Z.M., *Prostranstvennoe razvitie territorij v usloviyah cifrovizacii: socio-ekologo-ekonomicheskie sistemy* (Spatial development of territories in the conditions of digitalization: socio-ecological and economic systems), Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Grozny, December 8 – 9, 2020, Grozny: Spektr, 2020, pp. 215–219, DOI: 10.34708/GSTOU.CONF.2021.92.71.034, EDN: DKCPJK. (In Russ.)
7. Shkhagapsoev S.H., Chadaeva V.A. *Ekologiya resursnyh rastenij Kabardino-Balkarskoj Respubliki* (Ecology of resource plants of the Kabardino-Balkar Republic), Nalchik: Izd-vo M. i V. Kotlyarovyh, 2021, 258 p, EDN: TMBEKI.
8. Tamahina A.Ya., Ahkubekova A.A. *Realizaciya adaptivnogo potenciala u lekarstvennyh rastenij (semejstva Boraginaceae, Asteraceae) Kabardino-Balkarii* (Realization of adaptive potential in medicinal plants (Boraginaceae, Asteraceae families) Kabardino-Balkaria), Nalchik: Print Centr, 2019, 195 p, EDN: MRZCKR.
9. Tamahina A.Ya. *Biologicheskoe raznoobrazie - osnova ustojchivogo razvitiya* (Biological diversity is the basis of sustainable development), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Grozny, May 22, 2019, Grozny: Chechen. gos. ped. un-t, 2019, pp. 160–167, EDN: IGGQPK. (In Russ.)
10. D'yakova N.A., Gaponov S.P., Slivkin A.I., *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, No. 1, pp. 63–70, DOI: 10.14258/jcprm.2021017363. (In Russ.)
11. Artem'eva V.A., Yamashev T.A., Pankratova T.A., Poltanova K.S., Reshetnik O.A., *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*, 2017, Vol. 20, No. 20, pp. 109–111, EDN: XHXAUW. (In Russ.)
12. Gagieva L.Ch., Cutkiev B.G. *Resursy lekarstvennyh i kormovyh trav v fitocenozah gornoj zony RSO – Alaniya* (Resources of medicinal and forage herbs in the phytocenoses of the mountainous zone of the RSO – Alania), monograph, Vladikavkaz: Gorskij GAU, 2019, 223 p.
13. Gagieva L.Ch., Zubareva N.N., Makiev O.N. *Novye napravleniya v reshenii problem APK na osnove sovremennyh resursosberegayushchih innovacionnyh tekhnologij* (New directions in solving agricultural problems based on modern resource-saving innovative technologies), Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Vladikavkaz, 2010, pp. 270–271. (In Russ.)
14. Vajnagij I.V. *Botanicheskij zhurnal*, 1974, Vol. 59, No. 6, pp. 826–831. (In Russ.)