

УДК 635.498

DOI: 10.58168/EnvPr2026_310-315

БИОПОТЕНЦИАЛ БУРАЧНИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*BORAGO OFFICINALIS* L.),
ВЫРАЩИВАЕМОГО В КАЧЕСТВЕ СИДЕРАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

BIOPOTENTIAL OF BORAGO OFFICINALIS (*BORAGO OFFICINALIS* L.) GROWN
AS A SIDERAL CROP

Наседкин Н.Е., аспирант 2 курса Медико-биологического факультета, ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж, Россия

Девятова Т.А., доктор биологических наук, профессор Медико-биологического факультета, ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж, Россия

Румянцева И.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Медико-биологического факультета, ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж, Россия

Голубева Д.Е., бакалавр 4 курс Медико-биологического факультета, ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж, Россия

Селявкина Д.Р., бакалавр 4 курс Медико-биологического факультета, ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж, Россия

Храмченкова А.Н., бакалавр 4 курс Медико-биологического факультета, ФГБОУ ВО «ВГУ», Воронеж, Россия

Nasedkin N.E., 2nd year postgraduate student at the Faculty of Medicine and Biology, VSU, Voronezh, Russia

Devyatova T.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Faculty of Medicine and Biology, VSU, Voronezh, Russia

Rumyantseva I.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Faculty of Medicine and Biology, VSU, Voronezh, Russia

Golubeva D.E., Bachelor's degree, 4th year, Faculty of Medicine and Biology, VSU, Voronezh, Russia

Selyavkina D.R., Bachelor's degree, 4th year, Faculty of Medicine and Biology, VSU, Voronezh, Russia

Khramchenkova A.N., Bachelor's degree, 4th year, Faculty of Medicine and Biology, VSU, Voronezh, Russia

Аннотация: в статье приведено изучение биологического потенциала бурачника лекарственного, сорта «Гном» в полевом опыте на территории Ботанического сада ВГУ им. проф. Б.М. Козо-Полянского. Установлено что максимальная фитомасса бурачника лекарственного достигается в вегетационной фазе цветения – 146,6 ц/га, а также в этой фазе наблюдается максимальное содержание азота, фосфора и калия.

При заделке в почву бурачника лекарственного в фазе цветения достигается максимальный вынос питательных веществ в почву: азот – 44,43 кг/га, фосфор – 523,12 кг/га, калий – 81,31 кг/га.

Abstract: the article presents a study of the biological potential of medicinal borage, the "Gnome" variety in a field experiment on the territory of the Botanical Garden of the VSU named after Professor B.M. Kozo-Polyansky. It has been established that the maximum phytomass of borage is reached in the vegetative phase of flowering – 146.6 c/ha, and also in this phase the maximum content of nitrogen, phosphorus and potassium is observed.

When medicinal borage is embedded in the soil during the flowering phase, maximum nutrient removal into the soil is achieved: nitrogen – 44.43 kg/ha, phosphorus – 523.12 kg/ha, potassium – 81.31 kg/ha.

Ключевые слова: сидерат, зеленые удобрения, бурачник лекарственный, биопотенциал, микроэлементы, биомасса, фитомасса.

Keywords: siderate, green fertilizers, borage, biopotential, trace elements, biomass, phytomass.

Введение. В результате постоянно возрастающей антропогенной нагрузки, частью которой является применение активного земледелия возникает проблема, связанная с экологизацией земледелия, в решение которой особую актуальность приобретают растения сидераты.

Сидерация – агрономический приём, суть которого заключается во внесении биомассы растения (запахивания) в почву с целью ее обогащения питательными элементами. Из литературных данных «сидерация» и «зеленое удобрение» считается синонимами, а используемые почвовосстановительные культуры для этих целей - сидеральные культуры или сидераты [1, 2].

Бурачник лекарственный (*Borago officinalis* L.) по данным иностранных источников, широко используется в качестве универсальной культуры с функциями медоноса, овощного растения, а также сидерата [3, 4].

Процессы восстановления почвы, культурой бурачника лекарственного включают: улучшение структуры почвы, за счёт разрыхлительного эффекта мощной корневой системой; обогащение питательными микроэлементами; оказывает санитарный эффект, за счет содержания эфирных масел, отпугивающих вредных насекомых; а также угнетение сорной растительности за счёт быстрого роста и быстрого смыкания рядов [5, 6].

Цель работы: оценить биопотенциал бурачника лекарственного при возделывании его в качестве сидеральной культуры по показателям биомассы и содержанию микроэлементов (N, P, K) в растениях.

Для достижения цели, были поставлены следующие **задачи:**

- определить продуктивность бурачника лекарственного в качестве сидерата;
- провести анализ элементного состава растительной массы;
- оценить эффективность бурачника лекарственного в качестве сидерата.

Материалы и методы:

Исследования проводились в полевом опыте, заложенном на территории Ботанического сада им. профессора Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета.

Сухую биомассу растений измеряли в трёх повторностях, в различных вегетационных фазах: фаза бутонизации, фаза цветения и фаза созревания.

Для исследования количества основных питательных элементов в растениях, применялись следующие методы:

- Определение сырой золы, методом сухого озоления;
- Определение фосфора в золе растений методом Дениже;
- Определение общего азота и калия в одной навеске.

Результаты исследований:

Динамика подземной и надземной фитомассы бурачника лекарственного по фазам вегетации. Фаза бутонизации. Масса надземной фитомассы в этот период составила 47,1 ц/га, подземной – 6,4 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность в ц/га сухой зеленой массы и подземной фитомассы *Borago officinalis* сорта «Гном» в фазу бутонизации.

Тип фитомассы	Урожайность, $X \pm S_x$	max	min
Зеленая	47,1 $\pm$ 0,31	49,7	44,3
Подземная	6,4 $\pm$ 0,07	7,2	5,8

Фаза цветения. Урожайность зеленой фитомассы бурачника лекарственного в период цветения составила 135,3 ц/га, подземной – 11,3 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность в ц/га сухой зеленой массы и подземной фитомассы *Borago officinalis* сорта «Гном» в фазу цветения

Тип фитомассы	Урожайность, $X \pm S_x$	max	Min
Зеленая	135,3 $\pm$ 0,37	139,3	132,7
Подземная	11,3 $\pm$ 0,12	12,6	10,2

Фаза начала созревания семян. Исследованиями определено, что урожайность зеленой массы бурачника лекарственного в фазе созревания семян составляет 135,3 ц/га, а подземной фитомассы – 11,3 ц/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность в ц/га сухой зеленой массы и подземной фитомассы *Borago officinalis* сорта «Гном» в фазу созревания

Тип фитомассы	Урожайность, $X \pm S_x$	max	Min
Зеленая	89,6 $\pm$ 0,29	91,5	87,2
Подземная	6,8 $\pm$ 0,07	7,5	6,3

Установлено, что максимальная продуктивность подземной и надземной фитомассы для бурачника лекарственного характерна для фазы цветения, когда и корни и стебли имеют максимальную массу, для фазы созревания семян характерно уплотнение и подсыхание стеблей, что и связано со снижением фитомассы, а минимальная фитомасса характерна для фазы бутонизации, из-за то что растение ещё не набрало оптимальную величину.

Таблица 4 – Валовое содержание питательных элементов (N, P, K) и сырой золы в *Borago officinalis* сорта «Гном»

Вид растительного материала	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	Сырая зола, %
Лист	6,933	4,2	4,086	27,112
Стебель	2,499	5,95	12,239	24,633
Корень	0,017	7,04	6,907	25,292

Установлено, что азот преимущественно накапливается в листьях, относительно стебля и корня. Это может быть связано с ролью азота в процессах фотосинтеза и белкового синтеза, которые наиболее активны в листовых тканях.

Содержание фосфора преобладает в корне бурачника лекарственного, что обусловлено физиологическими функциями фосфора и спецификой его распределения в растении.

Максимальное накопление калия в бурачнике лекарственном наблюдается в стебле, по сравнению с листьями и корневой системой. Это распределение отражает особенности органов растения и роль калия в его жизнедеятельности.

Результаты выноса питательных элементов при заделке в почву бурачника лекарственного. Фаза бутонизации. В результате анализа полученных данных и расчетов установлено, что для фазы бутонизации общий вынос азота 44,436 кг/га, фосфора 523,121 кг/га, и калия 81,311 кг/га (таблица 5).

Таблица 5 – Комплексный вынос азота, фосфора, калия в тоннах на гектар *Borago officinalis* сорта «Гном» в фазе бутонизации

Тип фитомассы	N, кг/га	P ₂ O ₅ , кг/га	K ₂ O, кг/га
Зеленая	44,42472	478,0,5	76,89075
Подземная	0,01088	45,0,6	4,42048
Общая	44,4356	523,121	81,31123

Фаза цветения. Одновременно с этим установлено, что для фазы цветения общий вынос азота 127,615 кг/га, фосфора 1452,847 кг/га, и калия 228,682 кг/га (таблица 6).

Таблица 6 – Комплексный вынос азота, фосфора, калия в тоннах на гектар *Borago officinalis* сорта «Гном» в фазе цветения

Тип фитомассы	N, кг/га	P ₂ O ₅ , кг/га	K ₂ O, кг/га
Зеленая	127,61496	1373,295	220,87725
Подземная	0,01921	79,552	7,80491
Общая	127,63417	1452,847	228,68216

Фаза созревания. Вместе с тем установлено, что для фазы созревания общий вынос азота 84,523 кг/га, фосфора 957,312 кг/га, и калия 150,969 кг/га (таблица 7).

Таблица 7 – Комплексный вынос азота, фосфора, калия в тоннах на гектар *Borago officinalis* сорта «Гном» в фазе созревания

Тип фитомассы	N, кг/га	P ₂ O ₅ , кг/га	K ₂ O, кг/га
Зеленая	84,51072	909,44	146,272
Подземная	0,01156	47,872	4,69676
Общая	84,52228	957,312	150,96876

Согласно полученных данных нами установлено, что максимальный вынос питательных веществ (NPK) характерен для фазы цветения, что может быть связано с активным ростом фитомассы, цветением и формированием репродуктивных органов этот период.

Одновременно с этим обнаружено преобладание количества выносимого фосфора на азот и калием., что связано с преобладанием этого элемента в растении.

Выводы

1. Результаты исследования подтверждают, что максимальная подземная и надземная фитомасса бурачника лекарственного формируется в фазе цветения — в сравнении с фазами бутонизации и созревания семян. В фазе цветения растение достигает пика биопродуктивности: активно наращивает листья, стебли и соцветия.

2. Анализ распределения основных макроэлементов (азота, фосфора и калия) в органах бурачника лекарственного (*Borago officinalis* L.) выявил чёткую органоспецифичность их накопления, что отражает функциональные особенности разных частей растения:

- Азот преобладает в листьях, это связано с ключевой ролью азота в фотосинтезе.
- Фосфор в большей степени накапливается в корневой системе, корень — это центр энергетического обмена: фосфор входит в состав АТФ, обеспечивающего работу ионных насосов и поглощение минералов. В корнях также запасаются фосфаты (в т. ч. в форме фитина) для последующего использования в периоды активного роста. В надземных органах (листьях и стебле) концентрация фосфора ниже, поскольку его основная функция здесь — поддержка метаболизма.
- Калий накапливается в стебле растения, обеспечивая его плотность и устойчивость к полеганию растений

3. В результате исследований было выявлено, что самым оптимальным сроком заделки в почву бурачника лекарственного является фаза цветения. Именно в этот период наблюдается максимальное содержание азота, фосфора и калия.

Благодарности: работа выполнена в реализации проекта «Биологическая рекультивация деградированных почв с использованием Бораго (*Borago officinalis*)»

при поддержке Федерального государственного бюджетного учреждения «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям), в рамках программы «Студенческий стартап» по Договору №1245ГССС27/108072.

Список литературы

1. Довбан К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики / К.И. Довбан // Минск: Белорус. наука. – 2009. – 404 с.
2. Стрельников Е. А. Масличные капустные культуры - перспективный высокоэффективный сидерат / Е. А. Стрельников, Л. А. Горлова, Э. Б. Бочкарева, В. С. Трубина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 12-1. – С. 125-131.
3. University of Maryland Extension. – Borage (Borago officinalis). – 2023.
4. University of Illinois Extension. – Borage : Herbs. – 2024.
5. Ibrahim M.F. Synergistic impacts of organic modifications and foliar phytostimulants on soil properties and borage performance. 2025
6. Khamare Y., et al. Allelopathy and its application as a weed management tool. Front. Agron. 2022

References

1. Dovban K.I. Green Manure in Modern Agriculture: Theoretical and Practical Issues / K.I. Dovban // Minsk: Belarusian Science. - 2009. - 404 p.
2. Strelnikov E. A. Oilseed Brassica Crops - a Promising Highly Effective Green Manure / E. A. Strelnikov, L. A. Gorlova, E. B. Bochkareva, V. S. Trubina // International Journal of Humanities and Natural Sciences. - 2018. - No. 12-1. - P. 125-131.
3. University of Maryland Extension. Borage (Borago officinalis). 2023
4. University of Illinois Extension. Borage | Herbs. 2024
5. Ibrahim M.F., et al. Synergistic impacts of organic modifications and foliar phytostimulants on soil properties and borage performance. 2025
6. Khamare Y., et al. Allelopathy and its application as a weed management tool. Front. Agron. 2022