

DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-3-273-284

**Т.Г. Добровольская<sup>1</sup>, Т.И. Хуснетдинова<sup>1</sup>,  
П.М. Савицкая<sup>1</sup>, О.В. Шелепова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
119991 г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН,  
117276 г. Москва, Российская федерация

## Структура бактериальных сообществ некоторых видов рода *Solidago* L.

Определена численность и таксономическая структура эпифитных бактериальных сообществ трех видов рода *Solidago* (*Solidago virgaurea* L., *S. canadensis* L., *S. gigantea* Aiton) из природных мест обитания. Установлено, что у золотарников в вегетационный период численность бактерий эпифитного комплекса на листьях и корнях увеличивается на 1–2 порядка, в почве под исследуемыми растениями плотность и таксономическая структура бактериального комплекса мало изменялась. Во все сроки отбора образцов на листьях золотарников среди эпифитных бактерий филлосферы доминировали пигментные формы протеобактерий, замены эккрисотрофных протеобактерий на бактерии гидролитического комплекса не зафиксировано. На соцветиях и семенах у *S. canadensis* и *S. gigantea* доминантами также были пигментные формы протеобактерий, их доля составляла 60–100%, тогда как на соцветиях *S. virgaurea* они были в меньших количествах, а доминировали апигментные формы протеобактерий.

**Ключевые слова:** эпифитные сообщества, *Solidago virgaurea* L., *Solidago canadensis* L., *Solidago gigantea* Aiton., таксоны бактерий



ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Добровольская Т.Г., Хуснетдинова Т.И., Савицкая П.М., Шелепова О.В. Структура бактериальных сообществ некоторых видов рода *Solidago* L. // Социально-экологические технологии. 2019. Т. 9. № 3. С. 273–284. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-3-273-284

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-3-273-284

**T. Dobrovol'skaya<sup>1</sup>, T. Khusnetdinova<sup>1</sup>,  
P. Savitskaya<sup>1</sup>, O. Shelepova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Department of soil science,  
Moscow, 119991, Russian Federation

<sup>2</sup> Tsitsin Main Botanical Garden RAS,  
Moscow, 117276, Russian Federation

## The structure of bacterial communities of some species of the genus *Solidago* L.

The abundance and taxonomic structure of the epiphytic bacterial communities of three species of the genus *Solidago* (*Solidago virgaurea* L., *Solidago canadensis* L., *Solidago gigantea* Aiton) from natural habitats was determined. It was established that in goldenrod during vegetation period, the number of bacteria of the epiphytic complex on leaves and roots increases by 1–2 orders of magnitude, in the soil under the studied plants, the density and taxonomic structure of the bacterial complex did not change much. In all the periods of sampling on the leaves of 3 species of goldenrod, among the epiphytic bacteria of the phyllosphere, pigmented forms of proteobacteria dominated, no replacement of eccisotrophic proteobacteria with bacteria of the hydrolytic complex was recorded. In inflorescences and seeds in *Solidago canadensis* and *Solidago gigantea*, the pigmented forms of proteobacteria were also dominant, their share was 60–100%, while in inflorescences of *S. virgaurea* they were in minor quantities, and apigmented forms of proteobacteria dominated.

**Key words:** epiphytic communities, *Solidago virgaurea* L., *Solidago canadensis* L., *Solidago gigantea* Aiton, bacterial taxones

FOR CITATION: Dobrovol'skaya T.G., Khusnetdinova T.I., Savitskaya P.M., Shelepova O.V. The structure of bacterial communities of some species of the genus *Solidago* L. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2019. Vol. 9. No. 3. Pp. 273–284. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-3-273-284

В настоящее время растения рода *Solidago* (*Solidago virgaurea* L., *S. canadensis* L., *S. gigantea* Aiton) популярны в ряде стран и входят в состав лекарственных сборов для лечения воспалительных урологических заболеваний и аденомы простаты (препараты «Простомед», «Урофлюкс», «Фитодолор» (Германия), «Уронат медивит» (Польша), «Марелин» (Украина)).

В листьях и соцветиях этих растений обнаружены целый комплекс биологически активных соединений: флавоноидные агликоны (кверцетин, кемпферол, изорамнетин) и гликозиды (кверцетин-3-О-глюкопиранозид, изорамнетин-3-О-глюкопиранозид, рутин, нарциссин, кемпферол-3-О-глюкорамнозид, рамнетин-3-О-глюкорамнозид, кверцетин-3-О-глюкопиранозил-6-О-ацетил, изорамнетин-3-О-глюкопиранозил-6-О-ацетил); кумарины (скополетин, умбеллиферон); оксикоричные кислоты (кофейную); сахара; тритерпеновые сапонины; аминокислоты [Федорова, Челомбитько, 2012].

Препараты из золотарника обыкновенного и канадского обладают выраженным гипотензивным и диуретическим действием, установлено их отхаркивающее и гипотензивное действие. Экстракты из наземной части золотарников применяется в качестве спазмолитического, диуретического и противовоспалительного средства для лечения и профилактики оксалатного и фосфатного нефроуролитиаза. Прием таких препаратов позволяет предупредить рецидивы после хирургического удаления камней у больных нефроуролитиазом или избежать его развития [Kalembe, Góra, Kurowska, 1990; Kalembe, Thiem, 2004; Apati et al., 2003; Федорова, Челомбитько, 2012].

Кроме того, наряду с вышеуказанным комплексом биологически активных соединений, значительный интерес вызывает изучение биологической активности эфирного масла золотарников. Установлено, что эфирное масло *S. virgaurea*, *S. canadensis*, *S. gigantea*, произрастающих на территории России (Алтайский край), Индии, Китая, Египта, Польши, обладает антибактериальным действием в отношении золотистого стафилококка, кишечной и синегной палочек и ряда энтеробактерий [Kalembe, Marschall, Bradesi, 2001; Kalembe, Thiem, 2004; Tkachev, Korolyuk, Letchamo, 2006; Demir et al., 2009; Mishra et al., 2010; Li et al., 2012;

El-Sherei et al., 2014]. Также эфирное масло *Solidago canadensis* обладает противоопухолевой активностью [Li et al., 2012]. Возможно, что эфирные масла других видов золотарников имеют аналогичные свойства. Приведенные выше данные способствовали признанию фармакопейным комитетом РФ золотарника канадского официальным растением – ФС 42-2777-91 «Herba Solidaginis canadensis – трава золотарника канадского». Данный факт послужил основой для создания промышленных плантаций данного вида в Ставропольском крае и Центральной части России [Шуклин, 2008; Пещанская, Цицилин, 2009; Семинихин, Семинихин, 2009].

В последние годы наряду с изучением биологически активных соединений лекарственных растений, большое внимание уделяется изучению эпифитных бактериальных сообществ, являющихся неотъемлемой частью любого растения. Эпифитные микроорганизмы размножаются на поверхности листьев, цветков, стеблей, семян и т.д. Они питаются продуктами экзосмоса растений, при этом условия жизни эпифитных микроорганизмов своеобразны: они выдерживают периодические колебания температур и влажности, используют небольшие запасы питательных веществ на поверхности растений [Ерина, Коптева, 2015]. В большинстве случаев эпифитную микрофлору изучают при поражении растений тем или иными фитопатогенами, в то время как состав эпифитных бактериальных сообществ здоровых растений остается недостаточно изученным, особенно с учетом необходимости таких знаний, т.к. представители эпифитной микрофлоры способны выделять антибиотические соединения в отношении возбудителей инфекций и тем самым предохранять растения от заболеваний. Кроме того, эпифитная микрофлора благоприятно воздействующие на рост и развитие своих хозяев, этому способствует их биологическая активность, выраженная в синтезе важнейших фитогормонов: ауксинов (индолил-3-уксусная кислота), гибберелинов, цитокининов и этилена [Холмечкая, Лобанок, 2001; Compant et al., 2005].

Целью данного исследования было изучение численности и таксономической структуры эпифитных бактериальных сообществ и ее динамики в вегетационный период у золотарника обыкновенного (*S. virgaurea*) золотарника канадского (*S. canadensis*) и золотарника гигантского (*S. gigantea*).

### Объекты и методы исследований

Образцы исследуемых растений отбирались на территории Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН (г. Москва). Анализировались листья, соцветия и семена растений, образцы отбирались в период вегетативного роста, цветения, созревания семян. В работе

использовали традиционный метод посева на твердую питательную среду. Исследуемые образцы взвешивали по 0,4 г и вносили их в колбы, содержащие 40 мл стерильной воды. Для десорбции микроорганизмов из образцов использовали прибор «Вортекс», численность и таксономический состав десорбированных бактериальных комплексов исследовали методом посева. Посев проводили в трехкратной повторности из разведений  $10^3$ – $10^5$  на глюкозо-пептонно-дрожжевую среду, в которую вносили 50 мг нистатина для ингибирования грибов. Культивировали его в течение 7–10 суток при комнатной температуре. После подсчета общего числа колоний проводили их микроскопирование в световом микроскопе с фазово-контрастным устройством (ЛОМО, Микмед-2, Россия). Основных представителей бактерий, выросших на плотной среде, выделяли в чистые культуры. Морфологические признаки изучали у молодых (24-часовых) и 3–5-суточных культур. Численность бактерий выражали в колониеобразующих единицах на грамм субстрата (КОЕ/г или клеток/г). Родовую принадлежность выделенных культур бактерий устанавливали на основании морфологических, культуральных и хемотаксономических признаков, используя «Определитель бактерий Берджи» (1997), а также методическое пособие «Методы оценки бактериального разнообразия почв и идентификации почвенных бактерий» [Лысак, Добровольская, Скворцова, 2003].

## Результаты и обсуждение

Бактерии являются самыми многочисленными колонистами филлосферы и ризосферы золотарников, при этом численность популяций бактерий варьировала от  $10^5$  до  $10^7$  КОЕ/г (клеток/г) (табл. 1). Численность бактерий на листьях исследуемых растений в начале вегетации колебалась от 0,12 до 0,4 млн. клеток/г; на корнях – от 0,9 до 52 млн. клеток/г. На листьях численность бактериальных клеток у всех трех видов была на одном уровне. Корни растений, служащие для поглощения элементов минерального питания и воды, необходимых для роста растений, выделяют широкий спектр органических соединений, поступающих в ризосферу растений, где осуществляется активная микробная деятельность. В начале вегетации на корнях *Solidago canadensis* и *S. gigantea* средние показатели численности бактерий оказались на 1 порядок выше, чем на листьях, тогда как у *S. virgaurea* численность бактерий на корнях была сопоставима с аналогичным показателем бактериального сообщества листьев. Таким образом, численность бактерий на корнях у трех видов золотарника в начале вегетации различалась в 8–55 раз. В почве количество бактерий под золотарниками было стабильно в онтогенезе и составляло  $4,2 \times 10^6$ – $9,0 \times 10^6$  КОЕ/г.

Таблица 1

**Динамика численности бактерий на разных органах золотарников  
в вегетационный период, КОЕ/г**  
**[The dynamics of the number of bacteria on different organs  
of goldenrods during the growing season, CFU/g]**

	Вегетация [Vegetation]		Цветение [Blossoming]			Созревание семян [Seed ripening]		
	листья [leaves]	корни [roots]	листья [leaves]	корни [roots]	соцветия [inflorescences]	листья [leaves]	корни [roots]	семена [seeds]
<i>Solidago virgaurea</i>	$6,6 \times 10^5$	$5,2 \times 10^6$	$1,18 \times 10^7$	$3,2 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$	$6,6 \times 10^5$	$7,6 \times 10^6$	$6,0 \times 10^7$
<i>S. canadensis</i>	$4,0 \times 10^5$	$7,5 \times 10^6$	$9,8 \times 10^6$	$1,8 \times 10^7$	$8,2 \times 10^4$	$3,8 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$	$4,6 \times 10^7$
<i>S. gigantea</i>	$1,2 \times 10^5$	$9,4 \times 10^5$	$6,0 \times 10^6$	$4,6 \times 10^6$	$8,4 \times 10^5$	$5,2 \times 10^6$	$6,6 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$

В фазу цветения у всех трех видов отмечено увеличение на 1–2 порядка численности бактерий на листьях, в дальнейшем роста количества бактериального сообщества у *Solidago canadensis* и *S. gigantea* не зафиксирован, а у *S. virgaurea* плотность бактериальной популяции даже снизилась на 1 порядок.

На цветках численность бактериального сообщества была на 1–2 порядка ниже, чем на листьях в период цветения. Минимальных значений плотность бактериальных популяций зафиксирована на соцветиях золотарника канадского –  $8,2 \times 10^4$  КОЕ/г. Тогда как на семенах *S. canadensis* и *S. gigantea* было отмечено увеличение численности бактерий до  $10^7$  КОЕ/г.

При анализе таксономического разнообразия бактериальных сообществ золотарника было выявлено присутствие большого количества бактерий класса *Proteobacteria*, разделение которых на бактериальные таксоны на основании фенотипических признаков весьма затруднительно, поэтому нами было определена только их принадлежность к крупному таксону – классу *Proteobacteria*. Они являются типично экстротрофными бактериями, питающимися продуктами экзосмоса растений и представлены как пигментными, так и апигментными формами. Доминирование бактерий данного класса в филлосфере лекарственных растений ранее отмечалось в работе Т.Г. Добровольской с соавторами [Сруктура..., 2017].

Рассматривая динамику таксономической структуры бактериальных сообществ в филлосфере золотарника канадского и золотарника обыкновенного, следует отметить общую закономерность – доминирование пигментных форм протеобактерий, их доля на поверхности листьев увеличивается в онтогенезе с 60 до 100% у *S. canadensis* и с 64 до 82% у *S. virgaurea* (табл. 2). На соцветиях и семенах у *S. canadensis* пигментные протеобактерии стали монодоминирующим таксоном бактерий, тогда как у *S. virgaurea* на соцветиях доминировали апигментные формы, а на семенах – пигментные формы протеобактерий.

В филлосфере золотарника гигантского таксономическая структура бактериального сообщества несколько отличалась: на листьях в период вегетации выделялись две доминирующие группы – пигментные и апигментные протеобактерии (табл. 2). В дальнейшем в онтогенезе доля пигментных форм протеобактерий на листьях снизилась до 30%. Кроме того, в бактериальном сообществе присутствовали представители рода *Arthrobacter* (20%), причем доля этой группы на листьях к фазе созревания семян возросла до 70%. Общеизвестно, что артробактер является типичным почвенным микроорганизмом, в филлосферу растений бактерии

Таблица 2

Изменение таксономической структуры бактериальных сообществ золотарников в онтогенезе, %  
[Change in the taxonomic structure of bacterial goldenrod communities in ontogenesis, %]

	Вегетация [Vegetation]	Цветение [Blossoming]		Созревание семян [Seed ripening]	
	листья [leaves]	листья [leaves]	соцветия [inflorescences]	листья [leaves]	семена [seeds]
<i>Solidago canadensis</i>	<i>Proteobacteria</i> пигментные [pigmented]	60	92	96	100
	<i>Proteobacteria</i> апиигментные [apigmented]	40	–	–	–
	<i>Arthrobacter</i>	–	8	–	–
<i>S. gigantea</i>	<i>Proteobacteria</i> пигментные [pigmented]	43	30	60	82
	<i>Proteobacteria</i> апиигментные [apigmented]	37	–	40	18
	<i>Arthrobacter</i>	20	28	–	–
<i>S. virgaurea</i>	<i>Proteobacteria</i> пигментные [pigmented]	64	76	14	80
	<i>Proteobacteria</i> апиигментные [apigmented]	–	24	86	20
	<i>Arthrobacter</i>	12	–	–	–



этого рода попадают с почвенными частицами с ветром, пылью и осадками. В литературе встречаются данные, что некоторые виды данного рода могут активно размножаться на листьях растений, используя для питания сложные органические соединения фенольной природы [Сруктура..., 2017]. На соцветиях и семенах *Solidago gigantea* доминировали, как и у других видов золотарника, пигментные протеобактерии.

Обращает на себя внимание факт, что в филлосфере золотарников не наблюдаются существенные изменения структуры эпифитного комплекса бактерий в онтогенезе этих растений. По мере старения листьев в составе бактериального комплекса отсутствуют бактерии гидролитического блока, относящиеся к группе целлюлозоразрушающих. Тогда как у культурных растений, таких как картофель, овес, вика, в онтогенезе данный спектр бактерий доминирует, т.к. именно они участвуют в разложении отмирающих растительных тканей [Сруктура и функции..., 2016].

Таким образом, в начале вегетации у трех видов золотарников на листьях численность бактерий эпифитного комплекса была на 0,12–0,66 млн клеток/г, в корнях *S. canadensis* и *S. gigantea* средние показатели численности бактерий оказались на 1–2 порядка выше, чем в листьях. В фазу цветения у всех трех видов отмечено увеличение на 1–2 порядка численности бактерий, как на листьях, так и корнях, в почве под исследуемыми растениями плотность и таксономическая структура бактериального комплекса мало изменялась. В онтогенезе у 3-х видов золотарников среди эпифитных бактерий филлосферы в большинстве случаев в качестве доминантов выделялись пигментные формы протеобактерий, замены эккрисотрофных протеобактерий на бактерии гидролитического комплекса не зафиксировано. На соцветиях и семенах у *S. canadensis* и *S. gigantea* доминантами также были пигментные формы протеобактерий, их доля составляла 60–100%, тогда как у *S. virgaurea* они доминировали только на семенах, а на соцветиях доминировали атипичные формы протеобактерий.

#### Библиографический список / Reference

Ерина Н.В., Коптева Т.С. Микробные сообщества некоторых растений семейства Grossulariaceae // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110 (06). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/44.pdf> (дата обращения: 03.05.2019) [Erina N.V., Kopteva T.S. Microbial communities of some plants of the family Grossulariaceae. *Scientific journal KubSAU*. 2015. No. 110 (06). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/44.pdf> (In Russ.)]

Лысак Л.В., Добровольская Т.Г., Скворцова И.Н. Методы оценки бактериального разнообразия почв и идентификации почвенных бактерий. М., 2003. [Lysak L.V., Dobrovol'skaya T.G., Skvortsova I.N. *Metody otsenki bakterialnogo raznoobraziya pochv i identifikatsii pochvennykh bakteriy* [Methods for assessing the bacterial diversity of soils and the identification of soil bacteria]. Moscow, 2003. (In Russ.)]

Определитель бактерий Берджи. М., 1997. [Bergeys Manual of Determinative Bacteriology. Ed. 9. J.G. Holt, P.H. Sneath, N.R. Krieg (eds.) Moscow, 1997. (In Russ.)]

Пещанская Е.В., Цицилин А.Н. Особенности размножения золотарника канадского зелеными черенками // *Агро XXI*. 2009. № 1–3. С. 82–83. [Peshchanskaya E.V., Tsitsilin A.N. Features of propagation of Canadian goldenrod green cuttings. *Agro XXI*. 2009. No. 1–3. Pp. 82–83. (In Russ.)]

Семенихин В.И., Семенихин И.Д. Оптимизация агротехнологии получения промышленных плантаций золотарника канадского при совместных посевах с однолетними сельскохозяйственными культурами и ромашкой аптечной в условиях Московской области // *Сельскохозяйственная биология*. 2009. № 1. С. 99–105. [Semenikhin V.I., Semenikhin I.D. Optimization of agricultural technology for the production of industrial plantations of goldenrod in joint sowing with annual crops and chamomile in the conditions of the Moscow region. *Selskokhozyaystvennaya biologiya*. 2009. No. 1. Pp. 99–105. (In Russ.)]

Структура бактериальных сообществ календулы лекарственной и расторопши пятнистой в агроценозе / Добровольская Т.Г., Хуснетдинова Т.И., Савицкая П.М., Хуснетдинова К.А. // *Агрохимический вестник*. 2017. № 1. С. 52–56. [Dobrovol'skaya T.G., Khusnetdinova T.I., Savitskaya P.M., Khusnetdinova K.A. The structure of bacterial communities of calendula officinalis and Milk thistle in agrocenosis. *Agrochemical Bulletin*. 2017. No. 1. Pp. 52–56. (In Russ.)]

Структура и функции бактериальных сообществ в агроценозе / Добровольская Т.Г., Хуснетдинова К.Л., Манучарова Н.А., Балабко П.Н. // *Почвоведение*. 2016. Т. 49. № 1. С. 71–87. [Dobrovol'skaya T.G., Khusnetdinova K.A., Manucharova N.A., Balabko P.N. The structure and functions of bacterial communities in agrocenosis. *Eurasian Soil Science*. 2016. Vol. 49. No. 1. Pp. 70–76. (In Russ.)]

Холмецкая М.О., Лобанок Е.В. Продукция ИУК бактериями, взаимодействующими с растениями // Тезисы докладов Всерос. конференции «Сельскохозяйственная микробиология в XIX–XXI веках», 14–19 июня, 2001, Санкт-Петербург. СПб., 2001. С. 78–79. [Kholmetskaya M.O., Lobanok E.V. Production of IAA by bacteria, interacting with plants. *Tezisy dokladov Vseros. konferentsii «Selskokhozyaystvennaya mikrobiologiya v XIX–XXI vekakh»*, 14–19 iyunya, 2001, Sankt-Peterburg. St. Petersburg, 2001. Pp. 78–79. (In Russ.)]

Федотова В.В., Челомбитко В.А. Виды рода золотарник (*Solidago*): значение для медицинской практики, перспективы изучения // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина, Фармация. 2012. № 16 (135). Вып. 19. С. 136–145. [Fedotova V.V., Chelombitko V.A. Species of the genus Goldenrod (*Solidago*): Importance for medical practice, prospects for study. *Scientific reports of BelSU. Series Medicine, Pharmacy*. 2012. No. 16 (135). Is. 19. Pp. 136–145. (In Russ.)]

Шуклин Ю.И. Рост и развитие золотарника канадского при возделывании в нечерноземной зоне России // Достижения науки и агротехники. 2008. № 3. С. 25–27. [Shuklin Yu.I. The growth and development of Canadian goldenrod when cultivated in the non-chernozem zone of Russia. *Achievements of Science and Agricultural Technology*. 2008. No. 3. Pp. 25–27. (In Russ.)]

Apati P., Szentmihalyi K., Kristo S.T. et al. Herbal remedies of *Solidago* – correlation of phytochemical characteristics and antioxidative properties. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2003. Vol. 32. No. 4–5. Pp. 1045–1053.

Compant S., Duffy B., Nowak J., Clément C., Barka E.A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Environ. Microbiol.* 2005. Vol. 71. Pp. 4951–1959.

El-Sherei M., Khaleel A., Motaal A.A., Abd-Elbaki P. Effect of seasonal variation on the composition of the essential oil of *Solidago canadensis* Cultivated in Egypt. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2014. Vol. 17 (5). Pp. 891–898. DOI: 10.1080/0972060X.2014.901612.

Demir H., Açık L., Bali E.B. et al. Antioxidant and antimicrobial activities of *Solidago virgaurea* extracts. *Afr. J. Biotechnol.* 2009. Vol. 8 (2). Pp. 274–279.

Kalemba D., Góra J., Kurowska A. Analysis of the essential oil of *Solidago Canadensis*. *Planta Medica*. 1990. Vol. 56. No. 2. Pp. 222–223.

Kalemba D., Marschall H., Bradesi P. Constituents of the essential oil of *Solidago gigantea* Ait. (giant goldenrod). *Flavour and Fragrance Journal*. 2001. Vol. 16. Pp. 19–26.

Kalemba D., Thiem B. Constituents of the essential oils of four micropropagated *Solidago* species. *Flavour and Fragrance Journal*. 2004. Vol. 19. No. 1. Pp. 40–43.

Li D.Q., Pan W., Ren J., Li Y. Anticancer activity and chemical composition of leaf essential oil from *Solidago canadensis* L. in China. *Advanced Materials Research*. 2012. Vol. 347–353. Pp. 1584–1589.

Mishra D., Joshi S., Bisht G., Pilkhwal S. Chemical composition and antimicrobial activity of *Solidago canadensis* Linn. root essential oil. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*. 2010. Vol. 1. No. 3. Pp. 187–190.

Tkachev A.V., Korolyuk E.A., Letchamo W. Volatile oil-bearing flora of Siberia VIII: Essential oil composition and antimicrobial activity of wild *Solidago virgaurea* L. from the Russian Altai. *J. Essent. Oil Res.* 2006. Vol. 2. Pp. 65–72.

Статья поступила в редакцию 16.07.2019, принята к публикации 21.08.2019

The article was received on 16.07.2019, accepted for publication 21.08.2019

Сведения об авторах / About the authors

**Добровольская Татьяна Глебовна** – кандидат биологических наук; ведущий научный сотрудник кафедры биологии почв факультета почвоведения, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**Tatyana G. Dobrovolskaya** – PhD in Biology; Leading Researcher at the Soil Biology Department of the Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University

E-mail: dobrtata@mail.ru

**Хуснетдинова Тамара Ивановна** – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник кафедры земледелия факультета почвоведения, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**Tamara I. Khusnetdinova** – PhD in Biology; Senior Researcher at the Department of Agriculture of the Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University

E-mail: tamara\_iul@mail.ru

**Савицкая Полина Михайловна** – магистрант кафедры земледелия факультета почвоведения, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**Polina M. Saviskaya** – undergraduate of Department of Agriculture of the Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University

E-mail: pochva2014@gmail.com

**Шелепова Ольга Владимировна** – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории физиологии и иммунитета растений, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, г. Москва

**Olga V. Shelepova** – PhD in Biology; Senior Researcher at the Laboratory of Plant Physiology and Immunity, Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2011-6054>

E-mail: shov\_gbsad@mail.ru

#### Заявленный вклад авторов

Т.Г. Добровольская – общее руководство направлением исследования, контроль за проведением лабораторных исследований

Т.И. Хуснетдинова – общее руководство направлением исследования, анализ полученных данных, участие в подготовке статьи

П.М. Савицкая – проведение полевых и лабораторных исследований, анализ первичных данных, участие в подготовке статьи

О.В. Шелепова – общее руководство направлением исследования, организация и участие в проведении полевых экспериментов, анализ первичных данных, участие в подготовке текста статьи

#### Contribution of the authors

T.G. Dobrovolskaya – general direction of the research, control over laboratory research

T.I. Khusnetdinova – general direction of the research, analysis of the data, participation in the preparation of the article

P.M. Saviskaya – conducting field and laboratory studies, analysis of primary data, participation in the preparation of the article

O.V. Shelepova – general direction of the research, organization and participation in field experiments, analysis of primary data, participation in the preparation of the text of the article

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

All authors have read and approved the final manuscript