

ПЕРВАЯ НАХОДКА *SOLIDAGO* × *NIEDEREDERI* КНЕК (*ASTERACEAE*) В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ РОССИИ)

© 2021 Лысенков С.Н.^а, *, Галкина М.А.^б, **

^а Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва 119234

^б Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва 127276

e-mail: *s_lysenkov@mail.ru; **mawa.galkina@gmail.com

Поступила в редакцию 31.05.2021. После доработки 04.11.2021. Принята к публикации 22.11.2021

Широко распространённый на территории России инвазионный вид *Solidago canadensis* изредка образует гибриды *S.* × *niederederi* с аборигенным видом *S. virgaurea*. Ранее эти находки были известны преимущественно для северо-западных регионов России. На территории города Алексин в августе 2020 г. впервые в Тульской области были найдены растения, по морфологическим признакам отнесённые к гибридам *S.* × *niederederi*. Путём анализа ядерного рибосомного внутреннего транскрибируемого спейсера 1–2 (ITS1–2) было доказано гибридогенное происхождение этих растений. Анализ хлоропластного некодирующего межгенного спейсера *rpl32–trnL* показал, что оба родительских вида могут выступать как в качестве материнского, так и в качестве отцовского, в этой популяции. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что особи *S.* × *niederederi* каждый раз возникают в результате новых событий гибридизации.

Ключевые слова: *Solidago*, инвазионные виды, гибридизация, ITS1–2, *rpl32–trnL*.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-4-106-113

Введение

В некоторых случаях взаимодействие чужеродных видов с представителями аборигенной флоры приводит к образованию гибридов – так в Европе возникли *Spartina* × *anglica*, *Salvia officinalis* × *S. fruticosa*, *Prunus* × *eminens*, в Америке – *Helianthus debilis* × *H. annuus* [Rieseberg et al., 2007; Aïnouche et al., 2016; Macková et al., 2016; Radosavljević et al., 2016; Salmon et al., 2016]. Уже более пяти лет назад в европейской части России доля гибридов достигла 10% от общего числа инвазионных видов [Виноградова, Майоров, 2015]. Гибридизация увеличивает угрозу исчезновения многих видов в связи с интрогрессией [Levin и др., 1996; Rhymer, Simberloff, 1996; Johnson et al., 2016]. Одной из гипотез, объясняющих успешность растений на новой родине, служит предположение об усилении гибридизации во вторичном ареале [Elton, 1958; Ellstrand, Schierenbeck, 2000].

Североамериканский вид *Solidago canadensis* L. входит в сотню самых агрессивных

видов в России [Дгебуадзе и др., 2018], отмечен в 20 регионах [Vinogradova et al., 2018].

Старейшая находка сбежавшего из культуры *S. canadensis* в Средней России сделана Д.И. Литвиновым в 1880 г. в окрестностях г. Алексин Тульской обл. (хранится в гербарии МГУ, MW0532139), причём указано, что это растение «совершенно одичалое во многих местах». При этом активная инвазия этого вида пошла только в конце XX в. [Виноградова и др., 2010]. Конспект флоры Тульской обл. [Шереметьева и др., 2008] называет этот вид «нечастым по всей области». В настоящее время эти данные следует признать устаревшими – *S. canadensis* образует обширные монодоминантные сообщества на залежах.

В последнее десятилетие в Европе неоднократно отмечался его гибрид с аборигенным золотарником *S. virgaurea* L. – *Solidago* × *niederederi* Khek, 1905 [Karpavičienė, Radušienė, 2016; Skokanová et al., 2020]. Для *S.* × *niederederi* характерно метельчатое соцветие, опушённые побеги и мелкие корзинки, как для

S. canadensis, и крупные розеточные листья в основании побега, как для второго родительского вида – *S. virgaurea*.

В основном находки *S. × niedereideri* происходят из Северной и Восточной Европы (Швеция, Польша, Литва), однако неясно, насколько это говорит о реальном распространении, а не о различиях в степени изученности регионов прицельными поисками этого вида [Skokanová et al., 2020]. В России были найдены подтверждённые генетическим анализом популяции *S. × niedereideri* в Псковской и Калининградской областях [Галкина, Виноградова, 2019, 2020].

Летом 2020 г. несколько особей, сходных по морфологии с *S. × niedereideri*, были обнаружены в пойме р. Оки в г. Алексин Тульской обл. В настоящей работе проведён гене-

тический анализ этих образцов для проверки их гибридной природы.

Материалы и методы

Образцы растений были собраны на золотарниково-разнотравном лугу протяжённостью 550×140 м² в пойме р. Оки в черте города Алексин (54°31'37" с. ш., 37°3'40" в. д.) в августе 2020 г. В этом сообществе было найдено четыре удалённых друг от друга на несколько десятков метров растения, по морфологическим признакам определённые нами как *S. × niedereideri*. Впоследствии в августе-сентябре 2021 г. число обнаруженных особей достигло 20.

Побеги с двух особей, определённых как *S. × niedereideri*, были собраны в гербарий, как и особи родительских видов (*S. virgaurea* и *S.*

Таблица 1. Образцы различных таксонов *Solidago* (предполагаемых гибридов и родительских видов), использованные для молекулярно-генетического анализа.

Номер образца	Номера нуклеотидных последовательностей в ГенБанке		Таксон	Точка сбора и местообитание
	ITS1–2	<i>rpl32–trnL</i>		
Sc_Tu	MZ224518	MZ230669	<i>S. canadensis</i>	Россия, Тульская обл., г. Алексин, луг в пойме р. Оки 54.53° с. ш., 37.06° в. д.
Sc_W	MT376756	MT385320		Россия, Калининградская обл., пос. Шатрово, обочина шоссе 54.85° с. ш., 20.52° в. д.
Sc_P_20a	MK491854	MK474085		Россия, Псковская обл., залежь в окрестности г. Псков 57.80° с. ш., 28.25° в. д.
Sc_P_20b	MK491855	MK474086		
Sn1_Tu	MZ224519	MZ230670	<i>S. × niedereideri</i>	Россия, Тульская обл., г. Алексин, луг в пойме р. Оки 54.53° с. ш., 37.06° в. д.
Sn2_Tu	MZ224520	MZ230671		Россия, Калининградская обл., пос. Шатрово, обочина шоссе 54.85° с. ш., 20.52° в. д.
Sn_W	MT376759	MT385324		Россия, Псковская обл., залежь в окр. г. Псков 57.80° с. ш., 28.25° в. д.
Sn_P_21a	MK491852	MK474082		
Sn_P_21b	MK491853	MK474083		
Sn_P_21c	–	MK474084		
Sv1_Tu	MZ224521	–	<i>S. virgaurea</i>	Россия, Тульская обл., г. Алексин, луг в пойме р. Оки 54.53° с. ш., 37.06° в. д.
Sv2_Tu	MZ224522	MZ230672		Россия, Калининградская обл., пос. Шатрово, обочина шоссе 54.85° с. ш., 20.52° в. д.
Sv_W	MT376766	MT385329		Россия, Псковская обл., залежь в окрестности г. Псков 57.80° с. ш., 28.25° в. д.
Sv_P_19a	MK491849	MK474079		
Sv_P_19b	MK491850	MK474080		
Sv_P_19c	MK491851	MK474081		

canadensis) с того же луга. В настоящее время они хранятся в Гербарии Московского университета (MW 1066857, MW 1066858, MW 1066859, MW 1066856, соответственно). Выделение ДНК проводилось из гербарных образцов с помощью набора Экстран (производства ЗАО «Синтол») (табл. 1). Кроме образцов из г. Алексин, также мы анализировали данные по растениям из Псковской и Калининградской областей, собранные в 2018–2019 гг. [Галкина, Виноградова, 2019; 2020].

Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в амплификаторе DNA Engine Dyad Peltier ThermalCycler (Biorad, США). Для ядерного рибосомного внутреннего транскрибируемого спейсера 1–2 (ITS1–2) использовались праймеры nnc18s10 (прямой) и c26A (обратный) при температуре отжига 50 °С. Для хлоропластного высоковариабельного некодирующего межгенного спейсера *rpl32–trnL* применялись праймеры *rpl32* F (прямой) и *trnL* UAG (обратный) при температуре отжига от 0.3 до 65 °С по методу Дж. Шоу [Shaw et al., 2007]. Очистка ПЦР-продукта для секвенирования выполнялась в смеси ацетата аммония с этанолом. Определение нуклеотидных последовательностей ДНК проводилось на автоматическом секвенаторе в ЗАО «Синтол». Дальнейшая обработка нуклеотидных последовательностей проводилась в программах BioEdit и DNA SP v6. Полученные данные были размещены в базе данных ГенБанк [NCBI, 2021], в которой эти нуклеотидные последовательности можно найти по присвоенным им дополнительным номерам (табл. 1). Дальнейшая обработка данных и построение филогенетических деревьев проводились в программе TCS 1.21.

Результаты и обсуждение

Для образцов *S. × niedereideri* несколько позиций в выравнивании имели нуклеотидные замены, что свидетельствует о гетерозиготности. Также важным моментом является то, что эти неоднозначные прочтения соответствовали нуклеотидным заменам, дифференцирующим родительские виды *S. virgaurea* и *S. canadensis*, что указывает на вероятное гибридное происхождение (рис. 1, табл. 2).

При статистической обработке данных все образцы были разделены на аллели (1 и 2). Затем было построено филогенетическое дерево методом UPGMA в программе SplitsTree (рис. 2).

Образцы *S. × niedereideri* разделились по двум крупным кладам. Каждая клада сформировалась по видовой принадлежности и объединила все образцы (представленные обоими аллелями каждый) одного из родительских видов, то есть в первую кладу вошли все образцы *S. canadensis* и половина аллелей *S. × niedereideri*, а во вторую – все образцы *S. virgaurea* и другая половина аллелей *S. × niedereideri*. Каждый образец *S. × niedereideri* оказался представлен в обоих «родительских» кладах – по одному из двух аллелей в каждой. Это подтверждает гибридное происхождение образцов *S. × niedereideri* из Алексина и из других популяций.

Что касается хлоропластного межгенного спейсера *rpl32–trnL*, для образца Sn1_Tu он идентичен таковому у *S. canadensis*, а для Sn2_Tu – у *S. virgaurea* (табл. 3). Известно, что хлоропластная ДНК наследуется от материнского растения, поэтому наши данные

Таблица 2. Полиморфизм участка ITS1–2 для образцов *Solidago* из популяции в г. Алексин. Обозначения образцов соответствуют табл. 1.

№ образца	Позиция в выравнивании									
	100	358	390	405	482	523	537	563	565	579-582
Sc_Tu	Y	C	C	C	T	G	T	C	G	G-TG
Sn1_Tu	C	Y	C	M	Y	R	T	C	G	TGCA
Sn2_Tu	C	Y	Y	M	Y	R	T	Y	G	TGYR
Sv1_Tu	C	T	C	A	C	A	T	C	G	T-CA
Sv2_Tu	C	T	C	A	C	A	Y	C	R	T-CA

Примечания: R – A или G, Y – T или C, «-» – делеция.

	360	370	380	390	400					
Sc Tu	CGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAC
Sc W	CGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAC
Sc P 20a	CGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAC
Sc P 20b	CGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAC
Sn1 Tu	YGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAM
Sn2 Tu	YGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAM
Sn W	YGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAM
Sn P 21b	YGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAM
Sn P 21c	YGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAM
Sv1 Tu	TGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAA
Sv2 Tu	TGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAA
Sv W	TGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAA
Sv P 19a	TGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAA
Sv P 19b	TGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAA
Sv P 19c	TGAGGG	CACGT	CTGCC	TGGGC	GTCA	CGCAT	TCGCG	TCGCT	CCCACCA	AAA

Рис. 1. Фрагмент выравнивания участка ITS1–2 для изученных таксонов рода *Solidago*. Условные обозначения: А – аденин, G – гуанин, С – цитозин, Т – тимин, Y – Т или С, М – А или С. Обозначения образцов соответствуют табл. 1.

10.001

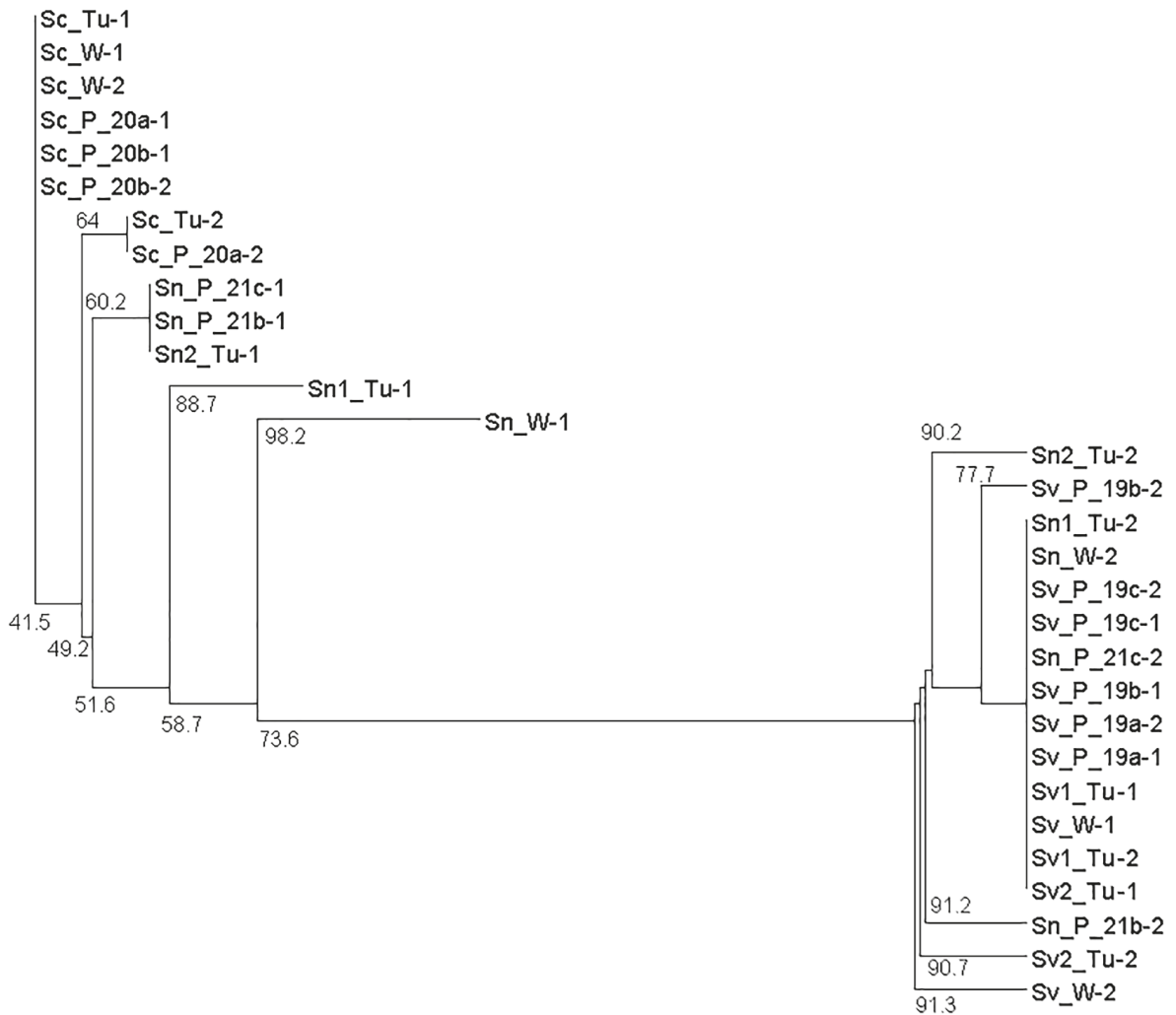


Рис. 2. Филогенетическое дерево, построенное методом UPGMA для ядерного участка ДНК ITS1–2 для гибридов *Solidago* × *niederederi* и родительских видов. Обозначения образцов соответствуют табл. 1.

Таблица 3. Полиморфизм участка *rp132-trnL* для образцов *Solidago* из популяции в г. Алексин. Обозначения образцов соответствуют табл. 1

№ образца	Позиция в выравнивании			
	246-282	636 (673)	686-690 (723-724)	842 (876)
Sc_Tu	–	C	TTTTC	A
ScP_20b	–	A	TTTTC	A
Sn1_Tu	–	A	TTTTC	A
Sn2_Tu	TGTCTAAAAGAATAATTCTTGTATTTTCTGAATTCTA	A	T–C	C
Sv2_Tu	TGTCTAAAAGAATAATTCTTGTATTTTCTGAATTCTA	A	T–C	C

говорят о том, что в популяции из Алексина в качестве материнского могут выступать оба вида – *S. virgaurea* и *S. canadensis*. Ранее для польских популяций *S. × niedereideri* было установлено, что оба родительских вида могут выступать в качестве как материнского, так и отцовского [Pliszko, Zalewska-Gałosz, 2016]. В наших предыдущих исследованиях

высокая вариабельность этого хлоропластного участка внутри всех трёх таксонов не позволяла однозначно ответить на этот вопрос [Галкина и Виноградова, 2019; 2020].

Филогенетическое дерево, построенное методом UPGMA для данного участка, представлено на рисунке 3. Один из образцов *S. × niedereideri* из Алексина, а также образец

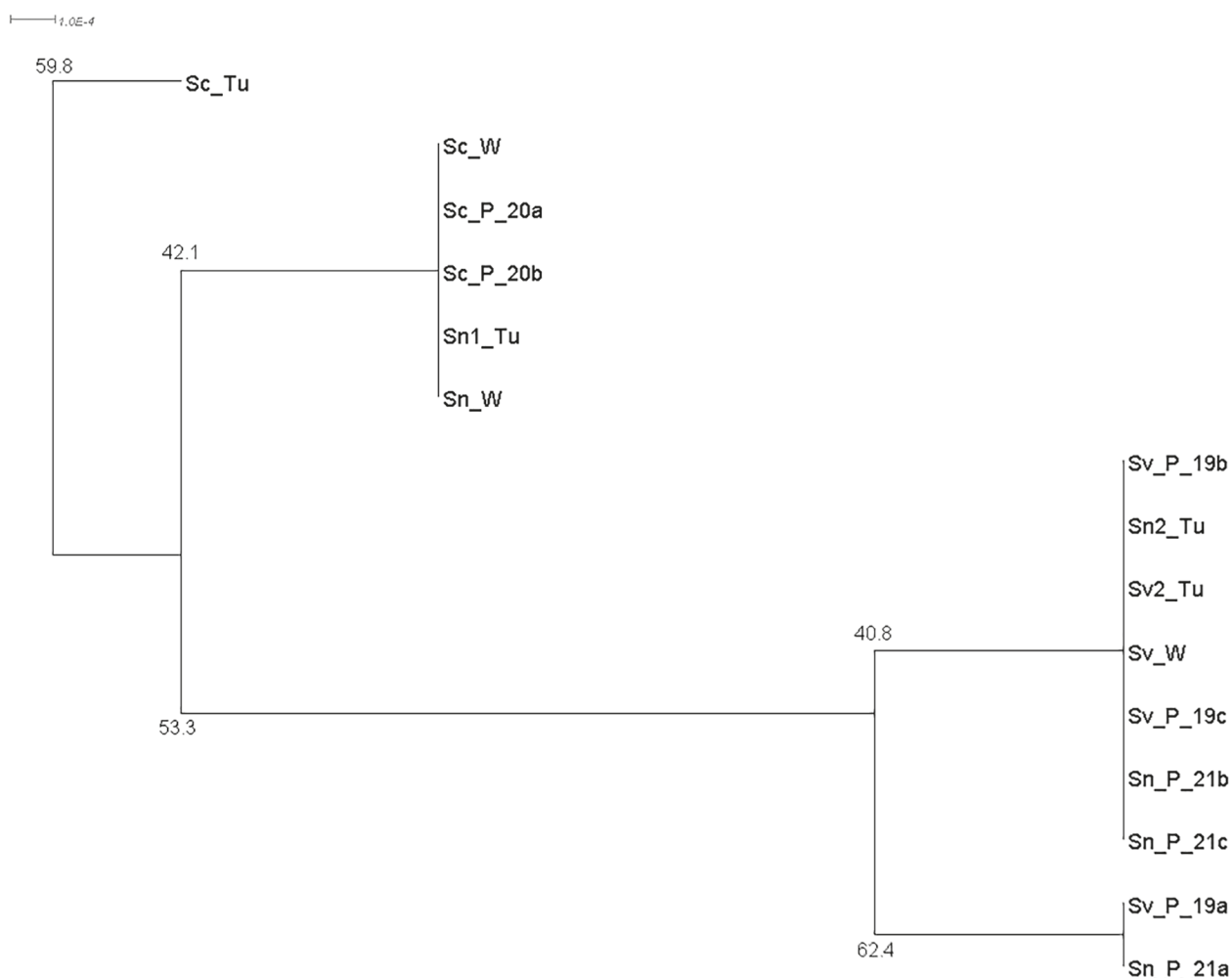


Рис. 3. Филогенетическое дерево, построенное методом UPGMA для хлоропластного участка *rp132-trnL* для гибридов *Solidago × niedereideri* и родительских видов *S. canadensis* и *S. virgaurea*. Обозначения образцов соответствуют табл. 1.

из Шатрово (Калининградская обл.) были отнесены в кладу с образцами *S. canadensis* (то есть материнским видом для этих растений являлись особи *S. canadensis*). Образцы из Псковской обл. попали в кладу к образцам *S. virgaurea*, что указывает на то, что *S. virgaurea* является для них материнским видом, а *S. canadensis* – отцовским.

Таким образом, обе исследованные особи золотарников с промежуточной морфологией из Алексина действительно оказались *S. × niedereideri*, причём произошедших в результате разных актов гибридизации родительских видов. Представляется интересным вопрос, может ли *S. × niedereideri* образовывать самоподдерживающиеся популяции или же большинство особей образуются в результате новых актов гибридизации между родительскими видами. В пользу того, что исследуемая популяция из Алексина развивается вторым способом, свидетельствуют два факта: во-первых, две особи, использованные для генетического анализа, имеют разное происхождение, во-вторых, особи расположены в нескольких десятках метрах друг от друга. Впрочем, обнаружение летом 2021 г. большего числа особей снижает ценность второго замечания, но оставляют в силе первое: исследуемая популяция гибридного вида возникла минимум в результате двух актов гибридизации. При этом *S. × niedereideri* способен продуцировать семена, но сведения об их всхожести противоречивы: российские авторы [Галкина, Виноградова, 2019] сообщают, что из более чем 10 000 семян проросли лишь восемь, в то время как польские [Pliszko, Kostrakiewicz-Gierałt, 2017] пишут, что из 200 семян проросли 182. Объяснение этих различий может быть как в разных методиках исследований, так и в разном происхождении образцов: второй результат получен на растениях из Польши, где этот вид, по-видимому, распространён более широко, чем в других местах. Можно предположить, что там появились генотипы, способные к успешному расселению, но эта гипотеза, конечно же, требует дополнительной проверки.

В России подтверждённые генетически находки *S. × niedereideri* известны из Псковской и Калининградской областей, довольно

далеко расположенных от Тульской обл. Также известны находки особей, определяемых морфологически как этот вид, в Тверской [Нотов и др., 2006] и Калужской областях – собрано С.Р. Майоровым [Галкина, Виноградова, 2019], а также, возможно, в Брянской обл. [Панасенко, 2021]. Большинство находок этого вида со всего ареала также представляют собой лишь единичные особи [Skokanová et al., 2020], в отличие от родительских видов. Поэтому, вполне возможно, *S. × niedereideri* присутствует (или периодически возникает в результате гибридизации) и во многих других регионах, но остаётся незамеченным исследователями. В этой связи были бы интересны поиски этого вида в Азии, где также присутствуют оба родительских вида, но сведения о находках *S. × niedereideri* отсутствуют.

В связи с вышеизложенным, представляется интересным вопрос о стратегиях натурализации *S. × niedereideri* в разных регионах, а также об условиях, благоприятствующих гибридизации его родительских видов. Несмотря на то, что последние имеют широко перекрывающиеся сроки цветения и сходный состав посещающих их цветки насекомых [С.Н. Лысенков, Е.Н. Устинова, неопубликованные данные], гибриды всё же довольно редки.

Заключение

S. × niedereideri впервые обнаружен на территории Тульской обл. При этом число находок этого вида в России даже при учёте не до конца проверенных всё ещё не достигает и десятка. Эта находка довольно далека от северо-запада России, где этот гибридный вид, по-видимому, распространён шире.

Анализ ядерного участка ITS 1–2 подтвердил гибридогенное происхождение найденных особей *S. × niedereideri*. Данные по хлоропластному участку *rpl32–trnL* указывают на то, что в популяции из Алексина в качестве материнского вида могут выступать оба родителя – как аборигенный *S. virgaurea*, так и инвазионный *S. canadensis*.

По-видимому, исследуемая популяция *S. × niedereideri* не является самовоспроизводящейся, а входящие в неё особи возникают в

результате новых актов гибридизации родительских видов, широко представленных в фитоценозе.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№19–119012390082–6) и ГЗ кафедры биологической эволюции МГУ (№121031600198–2). Благодарим Минобрнауки за поддержку ЦКП «Гербарий ГБС РАН», грант 075-15-2021-678.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р. Длительность lag-фазы как отражение микроэволюции растений во вторичном ареале // Материалы XIII Московского совещания по филогении растений «50 лет без К.И. Мейера». М.: Макс Пресс, 2015. С. 70–74.

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России. М.: Геос, 2010.

Галкина М.А., Виноградова Ю.К. Инвазионные таксоны рода *Solidago* L. в окрестностях города Пскова // Трансформация экосистем. 2019. Т. 2. № 2. С. 62–68.

Галкина М.А., Виноградова Ю.К. Гибридогенная активность *Solidago* L. в Северо-Восточной Европе // Трансформация экосистем. 2020. Т. 3. № 3. С. 134–147.

Дгебугадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП–100). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018.

Нотов А.А., Волкова О.М., Нотов В.А. Находки новых для Тверской области адвентивных растений // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2006. Т. 111. № 3. С. 51–53.

Панасенко Н.Н. Фотонаблюдения (Электронный ресурс) // (<https://www.inaturalist.org/observations/62775775>; <https://www.inaturalist.org/observations/34556181>). Проверено 24.04.2019.

Шереметьева И.С., Хорун Л.В., Щербачев А.В. Конспект флоры сосудистых растений Тульской области. Тула, 2008.

Ainouche M., Chelaifa H., Rousseau-Guetin M. et al. Genome merger as evolutionary springboard: Insights from recurrent hybridization and polyploidy in *Spartina* // International Conference on Polyploidy, Hybridization and

Biodiversity. Rovinj: Croatian Biol. Society, 2016. P. 13.

Ellstrand N.C., Shierenbeck K.A. Hybridization as a stimulus for the evolution of invasiveness in plants? // Proceedings of the American Society of Naturalists. 2000. Vol. 97. No. 13. P. 7043–7050.

Elton C.S. The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen, 1958.

Johnson M.G., Lang K., Manos P., Golet G.H., Schierenbeck K.A. Evidence for genetic erosion of a California native tree, *Platanus racemosa*, ongoing introgressive hybridization with an introduced ornamental species // Conservation Genetics. 2016. Vol. 17. P. 593–602.

Karpavičienė B., Radušienė J. Morphological and anatomical characterization of *Solidago* × *niederederi* and other sympatric *Solidago* species. Weed Science. 2016. Vol. 64. No. 1. P. 61–70.

Levin D.A., Francisco-Ortega J., Jansen R.K. Hybridization and the extinction of rare plant species // Conservation Biology. 1996 Vol. 10. P. 10–16.

Macková L., Vit P., Ďurišová L., Eliáš P. et al. Hybridization success is largely limited to homoploid *Prunus* hybrids – multidisciplinary approach // International Conference on Polyploidy, Hybridization and Biodiversity. Rovinj: Croatian Biol. Society, 2016. P. 113.

NCBI. Nucleotide. The Nucleotide database is a collection of sequences from several sources, including GenBank, RefSeq, TPA and PDB. Genome, gene and transcript sequence data provide the foundation for biomedical research and discovery. (Интернет-ресурс) // (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>). Проверено 24.04.2021.

Pliszko A., Kostrakiewicz-Gieralt K. Resolving the naturalization strategy of *Solidago* × *niederederi* (Asteraceae) by the production of sexual ramets and seedlings // Plant Ecology. 2017. Vol. 218. P. 1243–1253.

Pliszko A., Zalewska-Gałosz J. Molecular evidence for hybridization between invasive *Solidago canadensis* and native *S. virgaurea* // Biological Invasions. 2016. Vol. 18. P. 3103–3108.

Radosavljević I., Bogdanović S., Filipović M. et al. Contrasting patterns of phenotypic and genetic variation in hybrid offspring: causes and consequences // International Conference on Polyploidy, Hybridization and Biodiversity. Rovinj: Croatian Biol. Society. 2016. P. 97.

Rieseberg L.H., Kim S-C., Randell R.A. et al. Hybridization and the colonization of novel habitats by annual sunflowers // Genetica. 2007. Vol. 129. P. 149–165.

Rhymer J.M., Simberloff D. Extinction by hybridization and introgression // Ann. Rev. Ecol. and Syst. 1996. Vol. 27. P. 83–109.

Skokanová K., Šingliarová B., Španiel S., Hodálová I., Mered'a P. Tracking the expanding distribution of *Solidago* × *niederederi* (Asteraceae) in Europe and first records from three countries within the Carpathian region // BioInvasions Records. 2020. Vol. 9. P. 670–684.

Salmon A., Boutte J., Rousseau H. et al. How to detect duplicated sequences within highly polyploid species without any reference? An introduction to the use of the Pyro- and Illu-haplotyper pipelines for *Spartina*

genomics // International Conference on Polyploidy, Hybridization and Biodiversity. Rovinj: Croatian Biol. Society. 2016. P. 29.

Shaw J., Lickey E.B., Schilling E.E., Small R.L. Comparison of whole chloroplast genome sequences to choose noncoding regions for phylogenetic studies in Angio-

sperms: the tortoise and the hare III // American Journal of Botany. 2007. Vol. 94. No. 3. P. 275–288.

Vinogradova Yu., Pergl J., Essl F., Hejda M., van Kleunen M., Pyšek P. Invasive alien plants of Russia: insights from regional inventories // Biological Invasions. 2018. Vol. 20. P. 1931–1943.

FIRST FINDING OF *SOLIDAGO* × *NIEDEREDERI* IN TULA OBLAST (EUROPEAN PART OF RUSSIA)

© 2021 Lysenkov S. N.^{a, *}, Galkina M. A.^{b, **}

^a Lomonosov Moscow State University, Moscow 119234, Russia;

^b N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences,
Moscow 127276, Russia;

e-mail: *s_lysenkov@mail.ru; **mawa.galkina@gmail.com

Invasive plant species *Solidago canadensis*, widespread in Russia, occasionally forms hybrids *S.* × *niederederi* with the native species *S. virgaurea*. Previous findings of this hybrid were known mainly for the North-Western regions of Russia. Plants, morphologically similar to *S.* × *niederederi*, were found in August 2020 in the city of Aleksin in the Tula region. The hybrid origin of these plants was proved by the analysis of the nuclear ribosomal internal transcribed spacer 1–2 (ITS1–2). Analysis of the chloroplast non-coding intergenic spacer *rpl32–trnL* showed that both parent species could act as both maternal and paternal ones in the same population. The available data suggest that individuals of *S.* × *niederederi* arise every time as a result of new hybridization events.

Keywords: *Solidago*, invasive species, hybridization, ITS1–2, *rpl32–trnL*.