

ISSN 1029-8940 (Print)
ISSN 2524-230X (Online)

УДК 581.9
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2019-64-1-107-111>

Поступила в редакцию 14.11.2018
Received 14.11.2018

С. К. Бакей

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА ЗОЛОТАРНИК (*SOLIDAGO*)

Аннотация. Изучена всхожесть семян золотарника в 38 пробах, отобранных в пределах Минской (17 проб) и Новогрудской (21) возвышенностей в осенний (14), зимний (11) и весенний (13) периоды 2017–2018 гг.

Установлено, что всхожесть семян золотарника колеблется в широком диапазоне – от 0 до 95 %, а количество неразвитых семян в пробах составляет от 2 до 95 %. Между всхожестью семян и количеством неразвитых семян существует выраженная обратная связь (коэффициент корреляции –0,97). Между осенними, зимними и весенними пробами статистически достоверных различий по всхожести семян и количеству неразвитых семян не выявлено. В пробах, отобранных в пределах Минской и Новогрудской возвышенностей, установлены статистически достоверные различия между всхожестью семян ($p = 0,00018$) и количеством неразвитых семян ($p = 0,00032$). Таким образом, всхожесть семян золотарника не зависит от сезонной климатической динамики. Семена устойчивы к морозу, и для их прорастания не требуется стратификации. Для выявления факторов, влияющих на формирование семян, необходимо проведение дополнительных исследований.

Ключевые слова: золотарник, *Solidago*, инвазивный вид, всхожесть семян, стратификация, устойчивость к морозу

Для цитирования: Бакей, С. К. Всхожесть семян инвазивных видов растений рода Золотарник (*Solidago*) / С. К. Бакей // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2019. – Т. 64, № 1. – С. 107–111. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2019-64-1-107-111>

S. K. Bakei

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

SEED GERMINATION OF INVASIVE PLANT SPECIES OF THE GENUS GOLDENROD (*SOLIDAGO*)

Abstract. The germination of seeds of invasive compaction of plant species of the genus *Solidago* was studied in 38 samples selected within the Minsk (17 samples) and Novogrudok (21 samples) Upland in the autumn (14 samples), winter (11 samples) and spring (13 samples) periods 2017–2018 years. Germination of seeds varies in a wide range from 0 to 95%. Also, when registering the results, they revealed the presence of undeveloped seeds, the number of which in the samples ranges from 2 to 95 %. A pronounced feedback was established between the germination of seeds and the number of undeveloped seeds (correlation coefficient –0.97). Between autumn, winter and spring samples there were no statistically significant differences in seed germination and the number of undeveloped seeds. Between the samples selected within the Minsk and Novogrudok Upland, statistically significant differences were revealed both for seed germination ($p = 0.00018$) and for the number of undeveloped seeds ($p = 0.00032$). Thus, the dependence of germinating seed germination on seasonal climatic changes is not revealed. For seed germination, stratification is not required and they are resistant to frost. It is also necessary to conduct additional studies to identify the factors affecting the formation of seeds.

Keywords: goldenrod, *Solidago*, invasive species, seed germination, stratification, resistance to frost

For citation: Bakei S. K. Seed germination of invasive plant species of the genus Goldenrod (*Solidago*). *Vestsi Natsyonal'noi akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnych navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2019, vol. 64, no. 1, pp. 107–111 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2019-64-1-107-111>

Введение. На территории Республики Беларусь произрастают 4 вида рода Золотарник (*Solidago*). Из них аборигенный – *S. virgaurea* L. (з. обыкновенный) и адвентивные: *S. canadensis* L. (золотарник канадский), *S. gigantea* Aiton (золотарник гигантский) и *S. rugosa* Mill. (золотарник морщинистый). При этом золотарники гигантский и канадский, являющиеся инвазивными видами, рассматриваются нами как инвазивный комплекс в силу высокого внешнего сходства и склонности к совместному произрастанию [1–3].

Семенная продуктивность золотарников высока, более 10 тыс. на один генеративный побег. Семена рассеиваются на дальние расстояния, что обеспечивает колонизацию незанятых участков. Рассеиванию ветром способствуют небольшие размеры семян и низкая скорость их падения на почву. Семена, падающие с высоты 1 м над уровнем почвы при скорости ветра до 5 м/с, рассеиваются в среднем на 0,3 (0,6–2,4) м. Всхожесть семян является важным показателем генеративного потенциала растений и, соответственно, их инвазионного потенциала [1]. Кроме того, золотарник может служить модельным объектом для оценки инвазионного потенциала видов, имеющих схожие биологические особенности.

Цель данного исследования – оценить всхожесть семян инвазивного комплекса растений рода *Solidago* в зависимости от сезонной климатической динамики.

Материалы и методы исследования. В этом исследовании анализировалась всхожесть семян золотарников в 38 пробах, отобранных в пределах Минской (17 проб) и Новогрудской (21) возвышенностей в осенний (14), зимний (11) и весенний (13) периоды 2017–2018 гг. Пробы отбирали на прямостоящих побегах, выше уровня снежного покрова. Для рандомизации срезали соплодия у 5 растений, отделяли семена и подготавливали смешанную пробу. Семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при температуре 20 °С. Всхожесть регистрировали на 7-й день. Статистическую обработку данных осуществляли посредством программы Statistica 10.0.

Приведем краткую характеристику ценопопуляций золотарников, из которых отбирались пробы.

Минская возвышенность: Sm1 – г. Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси, суходольный злаково-разнотравный луг, 14.04.2017; **Sm2** – г. Минск, парк Камней, опушка березово-осиново-злаковой роши, 16.01.2018; **Sm3** – г. Минск, парк Камней, березово-осиново-злаковая роша, 16.01.2018; **Sm4** – г. Минск, парк Камней, березово-злаковая роша, 16.01.2018; **Sm5** – г. Минск, лесопарк по ул. Кирилла Туровского, ивняк золотарниково-разнотравный, 16.01.2018; **Sm6** – лесопарк по ул. Кирилла Туровского, обочина грунтовой дороги в ельнике зеленомошном, 16.01.2018; **Sm7** – г. Минск, ТЭЦ-3, суходольный злаково-разнотравный луг, 20.01.2018; **Sm8** – г. Минск, парк 60-летия Октября, разреженный сосняк малиново-разнотравный, 20.01.2018; **Sm9–11** – г. Минск, Кальварийское кладбище, обочина дороги, 25.01.2018; **Sm12** – г. Минск, ул. Скорины, опушка сосняка малиново-злакового, 27.03.2018; **Sm13** – г. Минск, ул. Парниковая, обочина асфальтированной дороги, суходольный злаково-разнотравный луг, 27.03.2018; **Sm14** – г. Минск, проезд Дачный, опушка сосняка злаково-разнотравного, 27.03.2018; **Sm15** – г. Минск, пер. Алтайский, рудеральное сообщество, 29.03.2018; **Sm16** – г. Минск, ул. Семашко, суходольный злаково-разнотравный луг, 03.04.2018; **Sm17** – г. Минск, ул. Кирилла Туровского, опушка сосняка зеленомошного, 10.04.2018.

Новогрудская возвышенность: Sn1 – Гродненская обл., г. Новогрудок, Молочная кампания «Новогрудские дары», низинный злаково-разнотравный луг, 25.04.2017; **Sn2** – Гродненская обл., г. Новогрудок, Молочная кампания «Новогрудские дары», окраина зарослей *Salix caprea*, 25.04.2017; **Sn3** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, Городиловка (городское кладбище), обочина грунтовой дороги, 25.04.2018; **Sn4** – Гродненская обл., г. Новогрудок, ул. Индустриальная, суходольный злаково-золотарниковый луг, 25.04.2018; **Sn5** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, урочище Ботаровка, заросли ив на опушке ельника чернично-зеленомошного, 23.10.2018; **Sn6** – Гродненская обл., г. Новогрудок, ул. Тихая, опушка березняка злакового, 23.10.2017; **Sn7** – Гродненская обл., г. Новогрудок, Молочная кампания «Новогрудские дары», низинный злаково-разнотравный луг, 24.10.2017; **Sn8** – Гродненская обл., г. Новогрудок, Молочная кампания «Новогрудские дары», окраина зарослей *Salix caprea*, 24.10.2017; **Sn9** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, хутор Экономия, обочина грунтовой дороги, 25.10.2018; **Sn10** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, рудеральное сообщество в пойме р. Валовка, 25.10.2018; **Sn11** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, опушка ивняка в пойме р. Валовка, 25.10.2018; **Sn12** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, пойменный злаково-разнотравный луг р. Валовка, 25.10.2018; **Sn13** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, пос. Городечно, опушка березняка злакового, 25.10.2017; **Sn14** – Гродненская обл., Новогрудский р-н, пос. Городечно, суходольный злаково-разнотравный луг, 25.10.2017; **Sn15** –

Гродзенская обл., г. Новогрудок, ул. Колодезная, суходольный злаково-разнотравный луг под ЛЭП, 22.11.2018; **Sn16** – Гродзенская обл., г. Новогрудок, д. Попковичи, опушка ельника черничного, 24.11.2018; **Sn17** – Гродзенская обл., г. Новогрудок, ул. Советская, суходольный злаково-разнотравный луг, 24.11.2017; **Sn18** – Гродзенская обл., г. Новогрудок, ул. Лермонтова, суходольный злаково-разнотравный луг, 24.11.2017; **Sn19** – Гродзенская обл., Новогрудский р-н, Городиловка, берег искусственного пруда, вдоль заросли *Reynoutria japonica*, 14.12.2017; **Sn20** – Гродзенская обл., Новогрудский р-н, Городиловка, прогалина между смешанным елово-дубово-зеленомошным лесом и зарослью *Acer negundo*, 13.03.2018; **Sn21** – Гродзенская обл., Новогрудский р-н, Городиловка, опушка березняка злаково-разнотравного, 13.03.2018.

Таким образом, пробы отбирали в широком диапазоне экологических условий – от открытых луговых сообществ до лесных массивов.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований установлено, что всхожесть семян золотарников колеблется в широком диапазоне – от 0 до 95 % (см. таблицу). При этом в осенних пробах всхожесть колебалась от 2 до 95 %, в зимних – от 7 до 92, в весенних – от 0 до 95 %. Среди проб, отобранных на Минской возвышенности, всхожесть составила от 7 до 95 %, на Новогрудской возвышенности – от 0 до 95 %. Очевидно, что ценопопуляции золотарников, имеющие всхожесть семян свыше 90 %, обладают наибольшим инвазионным потенциалом из всех изученных ценопопуляций.

**Всхожесть и количество неразвитых семян в пробах семян видов растений
инвазивного комплекса рода *Solidago***

**Germination and the number of undeveloped seeds in seed samples of plant species
of the invasive complex of the genus *Solidago***

Код	Дата отбора	Всхожесть, %	Неразвитые семена, %	Код	Дата отбора	Всхожесть, %	Неразвитые семена, %
Sm1	14.04.2017	94	3	Sn19	14.12.2017	34	61
Sn1	25.04.2017	26	69	Sm2	16.01.2018	89	9
Sn2	25.04.2017	0	98	Sm3	16.01.2018	88	7
Sn3	25.04.2017	0	95	Sm4	16.01.2018	92	7
Sn4	25.04.2017	22	58	Sm5	16.01.2018	91	5
Sn5	23.10.2017	4	91	Sm6	16.01.2018	7	91
Sn6	23.10.2017	6	89	Sm7	20.01.2018	81	17
Sn7	24.10.2017	73	13	Sm8	20.01.2018	88	6
Sn8	24.10.2017	45	51	Sm9	25.01.2018	89	7
Sn9	25.10.2017	78	14	Sm10	25.01.2018	85	12
Sn10	25.10.2017	50	37	Sm11	25.01.2018	79	15
Sn11	25.10.2017	16	72	Sn20	13.03.2018	29	65
Sn12	25.10.2017	76	12	Sn21	13.03.2018	23	67
Sn13	25.10.2017	55	28	Sm12	27.03.2018	91	4
Sn14	25.10.2017	79	17	Sm13	27.03.2018	95	2
Sn15	22.11.2017	95	5	Sm14	27.03.2018	81	5
Sn16	24.11.2017	30	58	Sm15	29.03.2018	81	12
Sn17	24.11.2017	93	3	Sm16	03.04.2018	55	37
Sn18	24.11.2017	2	95	Sm17	10.04.2018	92	3

Кроме того, обнаружено, что количество неразвитых семян (рис. 1) в пробах составляет от 3 до 98 % (см. таблицу). В осенних пробах количество неразвитых семян колебалось от 3 до 95 %, в зимних – от 5 до 91, в весенних – от 2 до 98 %. Среди проб, отобранных на Минской возвышенности, количество неразвитых семян составляло от 2 до 91 %, на Новогрудской возвышенности – от 3 до 98 %.

Широкий диапазон значений показателей всхожести и количества неразвитых семян указывает на существование экологических факторов, требующих дополнительных исследований по определению их влияния на генеративные параметры растений рода *Solidago*.

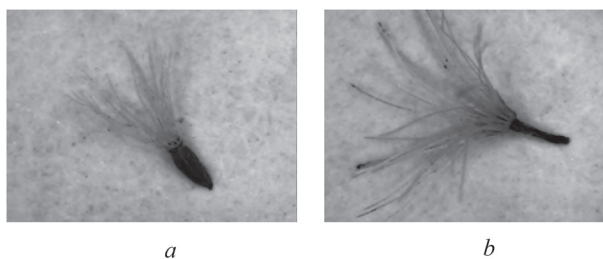


Рис. 1. Семена *Solidago*: *a* – развитое; *b* – неразвитое
 Fig. 1. Seeds of *Solidago*: *a* – developed; *b* – undeveloped

Статистический анализ данных показал выраженную обратную связь (рис. 2) между всхожестью семян и количеством неразвитых семян (коэффициент корреляции $-0,97$). Эта связь позволяет предположить, что изменение фактора, влияющего на количество неразвитых семян, в сторону оптимума для золотарников приведет к увеличению всхожести семян и, соответственно, к повышению инвазионного потенциала отдельной заросли золотарника.

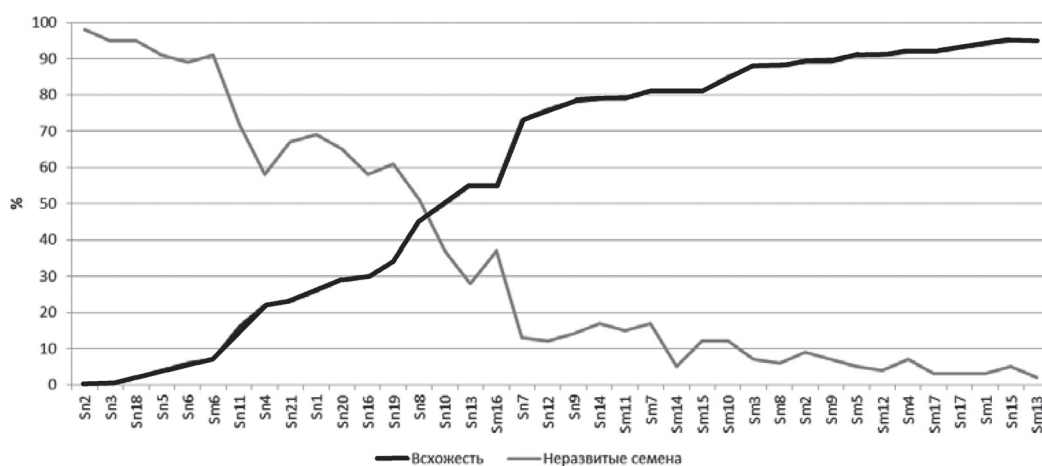


Рис. 2. Соотношение всхожести и количества неразвитых семян
 Fig. 2. The ratio of germination and the number of undeveloped seeds

Между осенними, зимними и весенними пробами статистически достоверных различий по всхожести семян и количеству неразвитых семян не выявлено. Между пробами, отобранными в пределах Минской и Новогрудской возвышенностей выявлены статистически достоверные различия между показателями как всхожести семян, $p = 0,00018$ (рис. 3), так и количества нераз-

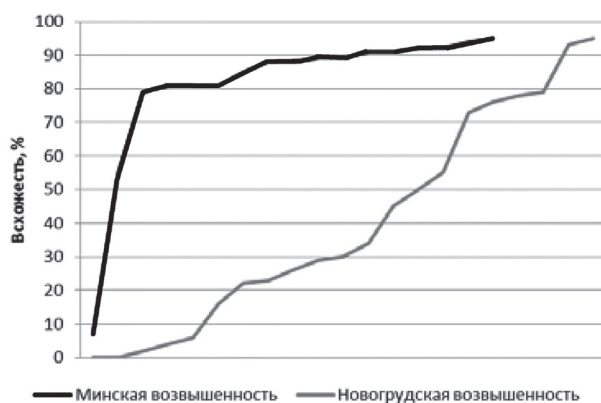


Рис. 3. Всхожесть семян инвазивного комплекса видов растений рода *Solidago*

Fig. 3. Seed germination of an invasive complex of plant species of the genus *Solidago*

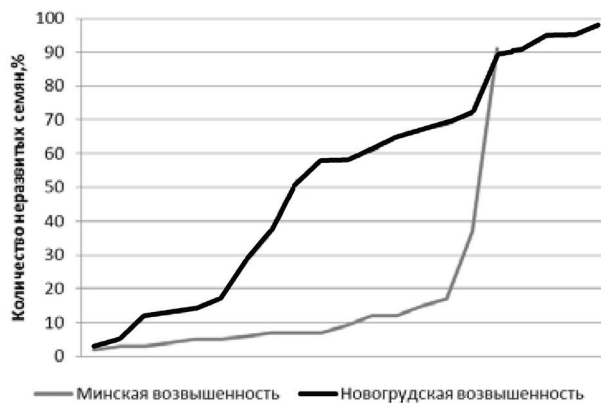


Рис. 4. Количество неразвитых семян инвазивного комплекса видов растений рода *Solidago*

Fig. 4. The number of undeveloped seeds of an invasive complex of plant species of the genus *Solidago*

витых семян, $p = 0,00032$ (рис. 4). Таким образом, сезонная динамика климата не оказывает существенного влияния на всхожесть семян золотарников. Также для семян золотарника нет необходимости проходить стратификацию. В связи с выявлением различий между пробами, отобранными на Минской и Новогрудской возвышенностях, требуется проведение дополнительных исследований для определения причин их возникновения.

Заключение. Проведенные исследования показали, что всхожесть семян инвазивного комплекса видов растений рода *Solidago* не зависит от сезонной динамики климата, а для прорастания семян не требуется стратификации. Помимо всхожести установлен такой параметр, как количество неразвитых семян, также имеющий значение при определении инвазионного потенциала растений. Широкий диапазон значений показателей всхожести и количества неразвитых семян свидетельствует о влиянии на генеративные параметры растений рода *Solidago* экологических факторов, что требует дополнительных исследований. Наличие выраженной отрицательной корреляционной связи между всхожестью и количеством неразвитых семян позволяет предположить, что изменение фактора, влияющего на количество неразвитых семян, в сторону оптимума для золотарников приведет к увеличению всхожести семян и, соответственно, к повышению инвазионного потенциала отдельной заросли золотарника. В связи с выявлением различий между пробами, отобранными на Минской и Новогрудской возвышенностях, требуется проведение дополнительных исследований для определения причин их возникновения.

Список использованных источников

1. Виноградова, Ю. К. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М. : ГЕОС, 2010. – 512 с.
2. Тихомиров, В. Н. Золотарник морщинистый (*Solidago rugosa* Mill.) – новый адвентивный вид во флоре Беларуси / В. Н. Тихомиров, И. И. Шимко // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты: сб. ст. II междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12–14 нояб. 2013 г. / редкол. : В. Д. Поликсенова (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – С. 74–76.
3. Определитель высших растений Беларуси / Т. А. Сауткина [и др.] ; под ред. В. И. Парфёнова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

References

1. Vinogradova Yu. K., Majorov S. R., Khorun L. V. *The Black Book of the flora of Central Russia: alien plant species in the ecosystems of Central Russia*. Moscow, GEOS Publ., 2010. 512 p. (in Russian).
2. Tihomirov V. N., Shimko I. I. Goldenrod wrinkled (*Solidago rugosa* Mill.) – a new adventive species in the flora of Belarus. *Aktual'nye problemy izucheniya i sokhraneniya fito- i mikobioty: sbornik statei II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (12–14 noyabrya 2013 g., Minsk)* [Modern problems in botanical and mycological research: a collection of articles of the II International scientific and practical conference (November 12–14, 2013, Minsk)]. Minsk, 2013, pp. 74–76 (in Russian).
3. Sautkina T. A., Tretyakov D. I., Zubkevich G. I., Kozlovskaya N. V., Parfenov V. I., Blazhevich R. Yu., Skuratovich A. N., Dmitrieva S. A., Semerenko L. V., Simonovich L. G. *The determinant of higher plants of Belarus*. Minsk, Dizain PRO Publ., 1999. 472 p. (in Russian).

Информация об авторе

Бакей Станислав Казимирович – мл. науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: gerbarolog@gmail.com

Information about the author

Stanislav K. Bakei – Junior researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gerbarolog@gmail.com