# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

# BIOLOGICAL SCIENCES

**Научная статья**
**УДК 582.998.2:581.1 (470.621)**
**ББК 28.592 (2Рос.Ады) л 645**
**Ф 50**
**DOI: 10.53598/2410-3225-2021-4-291-46-51**

## Физиологические особенности интродуцентов рода *Grindelia* в условиях предгорий Адыгеи

(*Рецензирована*)

**Светлана Ильясовна Читао[1], Ирина Владимировна Чернявская[2], Ольга Аскарбиевна Панеш[3], Мариет Нурдиновна Хагур[4]**

[1, 2, 3, 4] *Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия*
[1] *sve-chitao@yandex.ru*
[2] *chernyav.iv@ mail.ru*
[3] *Panesh-2020@mail.ru*
[4] *hagur.mariet@yandex.ru*

***Аннотация.*** *Приведены результаты исследований интродуцированных видов рода Grindelia: G. integrifolia DC., G. robusta и G. squarrosa (Pursh) Duna в условиях предгорий Адыгеи. Впервые изучены физиологические особенности данных видов и определены показатели водного режима, фотосинтеза и дыхания общепринятыми методами исследования, дана их сравнительная характеристика, что позволяет оценить их перспективность. Изученные виды определены как засухоустойчивые, декоративные и представляют интерес при создании коллекционных участков лекарственных и эфиромасличных растений.*

***Ключевые слова:*** *Grindelia, интродуценты, адаптация, водный режим, фракции воды, интенсивность фотосинтеза, интенсивность дыхания*

**Original Research Paper**

## Physiological features of introduced species of the genus *Grindelia* in the foothills of Adyghea

**Svetlana I. Chitao[1], Irina V. Chernyavskaya[2], Olga A. Panesh[3], Mariet N. Khagur[4]**

[1, 2, 3, 4] *Adyghe State University, Maikop, Russia*
[1] *sve-chitao@yandex.ru*
[2] *chernyav.iv@ mail.ru*
[3] *Panesh-2020@mail.ru*
[4] *hagur.mariet@yandex.ru*

***Abstract.*** *We present the results of studies of introduced species of the genus Grindelia: G. integrifolia DC., G. robusta and G. squarrosa (Pursh) Duna in the foothills of Adyghea. For the first time, the physiological characteristics of these species have been studied and the indicators of the water regime, photosynthesis and respiration have been determined using generally accepted research methods. Their comparative characteristics have been given, which makes it possible to assess their prospects. The studied species are defined as drought-resistant and decorative, and are of interest in the creation of collection sites for medicinal and essential oil plants.*

***Keywords:*** *Grindelia, introducers, adaptation, water regime, water fractions, intensity of photosynthesis, intensity of respiration*

Для познания адаптационных механизмов растительного организма необходимо изучение основных функций его жизнедеятельности: процессов роста, развития и размножения; фотосинтеза и дыхания; водообмена и минерального питания; мембранного и дальнего транспорта веществ; раздражимости и проведения сигналов в клетке и тканях; механизмов резистентности и адаптации к неблагоприятным факторам среды.

В Ботаническом саду Адыгейского государственного университета (АГУ) в течение длительного времени проводятся исследования по изучению процессов жизнедеятельности представителей семейств *Lamiaceae, Asteraceae Iridaceae* и др. как местной флоры, так и интродуцентов. Исследовательские работы по изучению жизнедеятельности декоративных, лекарственных, эфиромасличных растений ведутся для оценки хозяйственной ценности интродуцентов различных родов.

*Grindelia* – новое перспективное акклиматизированное растение, имеющее широкий спектр практического использования. Это эфиромасличное растение, в органах которого образуется эфирное масло с разнообразным многокомпонентным составом, хороший медонос, к тому же неприхотливое декоративное растение, которое можно использовать в озеленении. В России *Grindelia* встречается как заносное растение – сорняк в Причерноморье, на территории Адыгеи не произрастает. *Grindelia* в России в больших масштабах не культивируют, однако она может с успехом возделываться в Краснодарском крае, в том числе и в условиях Адыгеи.

В связи с недостаточностью сведений по водному режиму, фотосинтезу, дыханию, продуктивности нами начато изучение растений-интродуцентов рода *Grindelia* в условиях Адыгеи. Исследование процессов жизнедеятельности позволяет управлять ростом и развитием, создавать наиболее благоприятные условия для интродукции.

*Цели исследования*: определить показатели водного режима, интенсивности дыхания и фотосинтеза у представителей рода *Grindelia* из коллекции Ботанического сада Адыгейского государственного университета.

*Задачи*:

– изучить показатели водного режима, интенсивности дыхания и фотосинтеза у представителей рода *Grindelia* из коллекции Ботанического сада АГУ;

– установить наиболее засухоустойчивый вид рода *Grindelia* в условиях Ботанического сада АГУ.

**Материалы и методы исследований**

Исследования проводились на коллекционном участке Ботанического сада Адыгейского государственного университета в течение двух лет.

Ботанический сад Адыгейского госуниверситета расположен на левом берегу р. Курджипс, на правой надпойменной террасе, на высоте 210 м над у. м., в 18 км к юго-западу от г. Майкопа. Его территория с трех сторон защищена лесонасаждениями, что благоприятно для задерживания сильных порывов ветра, пыльцы и суховеев. Интродукционный пункт в Ботаническом саду АГУ обладает пригодными условиями для произрастания растений рода *Grindelia.* Почва опытного участка на территории Ботанического сада представлена серыми лесными почвами. Серые лесные почвы характеризуются незначительным гумусовым горизонтом. Содержание гумуса на данном участке составляет 2,47% [1].

Объектом исследования явились виды рода *Grindelia: G. integrifolia* DC., *G. robusta G. и G. squarrosa* (Pursh) Duna.

*G. squarrosa* (Pursh) Duna – одно- или двулетнее травянистое растение, до 70 см высотой. Стебли прямостоячие или восходящие, одиночные, иногда при основании ветвятся. Листья ланцетные, мелко остропильчатые, средние – 5–10 см длиной, верхние – короткие, светло-зеленого цвета. Цветки желтые, собраны в корзинки 2–3 см, образующие

щитковидное или кистевидное соцветие. Краевые цветки бесполые, длиной до 12 мм, срединные – трубчатые с коротким 5-зубчатым отгибом, обоеполые. Обертка корзинок очень клейкая, многорядная из листочков с оттопыренными кончиками. Плод – мелкая, темно-коричневая, слегка сплюснутая семянка до 2 мм длиной. Цветет в июне–сентябре, при благоприятных погодных условиях – до октября. Плоды созревают с августа [2].

Гринделия растопыренная обладает сильным бальзамическим запахом. Во всех органах растение содержит ароматическую смолу, больше всего – в обвертке и в корзинках, меньше – в листьях, стеблях, корнях [3].

*G. robusta* – многолетнее растение с мощным ветвистым желто-бурым или серо-зеленым древеснеющим стеблем высотой до 1 м. Стебли с продольными бороздками, почти голые, верхушки с белым опушением, оканчиваются соцветиями – корзинками желтого цвета до 12 мм шириной. Корзинки окружены многорядной оберткой, черепитчатой. Листочки обертки отвернуты назад и покрыты клейким секретом молочного цвета, коричневеющим позднее. Наружные цветки в корзинках – ложноязычковые, внутренние – трубчатые, шаровидной или конической формы от 0,5 до 1 см. Цветение продолжительное – с июня по сентябрь. Плоды – продолговатые семянки, 4–5 мм, созревают в августе–сентябре. Растения имеют блестящий оттенок благодаря смоле, покрывающей их. Обладает слабым бальзамическим запахом [4].

*G. integrifolia* DC. – многолетнее травянистое растение высотой 15–80 см с разветвленными стеблями. Прикорневые листья длиной до 40 см. Стеблевые листья очередные, копьевидной формы. Соцветия – золотисто-желтые корзинки. Данных о культуре в России нет [2].

Для изучения физиологических особенностей интродуцентов рода *Grindelia* использовались традиционные методы: водный дефицит по Литвинову; интенсивность транспирации методом быстрого взвешивания листьев с трехминутной экспозицией; водоудерживающую способность растений методом «завядания» по Арланду; интенсивность фотосинтеза методом половинок по Саксу, определение интенсивности дыхания по Миллеру [5–7].

**Результаты исследований**

Вода в биологических структурах имеет определенную целостную форму, находящуюся в тесном взаимодействии со структурами микромолекул белков и др. полимеров. Нарушение связей молекул воды со структурными частями цитоплазмы сопровождается изменениями физиологических процессов. Проведенные исследования по определению состояния воды в растении позволяют сделать вполне обоснованные выводы.

Анализ данных показал, что параметры водного обмена различаются у растений разных видов гринделии.

У растений *G. integrifolia* DC. установлено высокое содержание жесткоструктурированной воды и наименьшее – слабоструктурированной воды. Количество среднеструктурированной воды самое высокое у растений видов *G. robusta*. Существенных колебаний между количеством слабо-, средне- или жесткоструктурированной воды у растений вида *G. integrifolia* DC. не отмечено (табл. 1).

Результаты определений водоудерживающей способности показали, что большинство изучаемых образцов способны терять значительное количество воды, до 70% от исходной массы (мы сравниваем образцы по количеству отнятой воды). Исключение составляют растения вида *G. integrifolia* DC., у которых водоудерживающая способность оказалась высокой, количество потерянной воды не превысило 60%.

Водоудерживающая способность наибольшая в утренние часы (в это время она самая высокая у растений *G. integrifolia*), резко снижается к полудню и идет по затухающей кривой в вечерние часы.

Таблица 1

Особенности водного обмена у различных видов рода *Grindelia*

Table 1. Features of water exchange in various species of the genus *Grindelia*

| Исследуемые виды | Водный дефицит от массы при полном насыщении (%) | | | Водоудерживающая способность (%) | | | Интенсивность транспирации (г за 1 час на 100 г листьев) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | утро | полдень | вечер | утро | полдень | вечер | утро | полдень | вечер |
| *G. integrifolia* DC. | 4,3±0,6 | 15,6±1,2 | 12,3±0,9 | 36±2,3 | 63±3,2 | 48±1,1 | 180±2,6 | 316±3,6 | 205±4,2 |
| *G. robusta* | 5,3±0,7 | 18,2±0,9 | 13,7±1,1 | 49±1,8 | 71±2,2 | 56±0,5 | 216±3,4 | 405±5,5 | 280±2,8 |
| *G. squarrosa* (Pursh) Duna | 6,1±0,3 | 19,5±0,6 | 16,3±2,1 | 56±2,8 | 68±1,6 | 52±0,8 | 253±1,8 | 428±5,8 | 317±3,5 |

Наиболее резко этот показатель изменяется у растений вида *G. squarrosa*. Резкое отличие показателей водоудерживающей способности отмечено у видов *G. integrifolia* и *G. robusta* (табл. 1).

Анализ данных по водному дефициту (табл. 1) свидетельствует о том, что в местных условиях метаболизм в клетках растений рода *Grindelia* осуществляется при значительной водонасыщенности коллоидов цитоплазмы, а следовательно, при сниженной активности клеточной воды, так как при водном дефиците подвижность молекул воды падает, что связано с белковыми и структурными изменениями клетки [8].

В утренние часы показатели водного дефицита варьируют от 4,3% у *G. integrifolia* до 6,1% у *G. squarrosa*. В полуденные часы разница водного дефицита у разных видов возрастает, и этот показатель достигает максимума – 19,5% у растений вида *G. squarrosa*. При этом важно отметить увеличение дефицита влаги в полдень. К вечеру водный дефицит заметно снижается, и больших отличий в цифровых данных нет. У всех изучаемых видов рода *Grindelia* отмечен всплеск показателей водного дефицита в полуденные часы, то есть водный дефицит достигает максимума.

Таким образом, растения различных видов рода *Grindelia* способны переносить глубокое обезвоживание. Можно отметить, что высокий водный дефицит коррелирует с низкой водоудерживающей способностью. Так, у растений видов *G. robusta* и *G. squarrosa* наблюдается высокий водный дефицит и низкая водоудерживающая способность. Известно, что водному дефициту и водоудерживающей способности соответствуют различные фракции воды по степени упорядоченности, и становится ясно, какую роль в жизни растений играет выявленная корреляция [9]. Отмечена способность отдельных образцов быстро восстанавливать водный дефицит. Так, у растений вида *G. integrifolia* в полдень водный дефицит составляет 15,6%, а к вечеру снижается до 12,3%, что свидетельствует о высокой лабильности коллоидов цитоплазмы, благодаря которым в течение суток в тканях листа гринделии периодически возникают и затухают обратимые снижения гидрофильности клеточных коллоидов.

Следовательно, чем более гибко этот процесс осуществляется, тем более устойчиво данное растение к неблагоприятным условиям. Это позволяет сделать вывод об устойчивости к засухе исследуемых видов рода *Grindelia*.

Проведенные исследования показали тесную взаимосвязь водного дефицита с транспирацией растений (табл. 1).

По многочисленным исследованиям (Максимов, 1952, Алексеев и Гусев, 1957 и др.) при водном дефиците резко снижается интенсивность транспирации [10–12].

Наибольшее количество воды на транспирацию расходовали растения вида *G. squarrosa*, что в сочетании с высокой водоудерживающей способностью и высоким водным дефицитом указывает на засухоустойчивость этого вида.

Анализ данных водного обмена и дыхания различных видов растений рода *Grindelia* показал их тесную взаимосвязь. Высокая интенсивность дыхания (у видов

*G. robusta*, *G. squarrosa*) соответствовала высокому содержанию воды.

У *G. integrifolia* под влиянием нарастающего дефицита влаги происходило снижение интенсивности дыхания, что, по-видимому, связано с нарушением энергетического обмена. У видов *G. robusta* и *G. squarrosa* повышение дефицита влаги вызвало усиление интенсивности дыхания (табл. 2). Таким образом, реакция растений на обезвоживание носит двухфазный характер.

Таблица 2

Сравнение интенсивности фотосинтеза и дыхания видов рода *Grindelia*

Table 2. Comparison of photosynthesis and respiration intensity in species of the genus *Grindelia*

| Исследуемые виды | Интенсивность фотосинтеза (мг сухого вещества за 1 час на 100 г листьев) | Интенсивность дыхания (мг $CO_2$ за 1 час на 100 г листьев) | Содержание сухого вещества в растении (%) |
|---|---|---|---|
| *G. integrifolia* DC. | 4,8 ± 0,3 | 56,6 ± 1,5 | 24 ± 2,2 |
| *G. robusta* | 6,4 ± 0,5 | 98,2 ± 2,4 | 19 ± 4,1 |
| *G. squarrosa* (Pursh) Duna | 5,2 ± 0,2 | 76,4 ± 3,1 | 27 ± 2,8 |

При умеренном водном дефиците интенсивность дыхания возрастала, а при сильном – снижалась. У растений всех трех видов гринделии в полдень резко повышался дефицит влаги и, соответственно этому, интенсивность дыхания возрастала.

Интенсивность дыхания зависит не только от дефицита влаги, но и от других показателей водного обмена. Сравнение интенсивности энергетического обмена со степенью структурированности воды показало, что повышение интенсивности дыхания оказывало существенное влияние на состояние отдельных фракций воды в сторону возрастания наиболее «прочно связанной» – жестко-структурированной воды. Очевидно, повышение энергетического уровня, которое мы наблюдали в листьях *G. robusta*, способствовало переходу из свободного состояния воды в связанное, и, наоборот, у вида *G. integrifolia* при снижении интенсивности дыхания наблюдалось увеличение количества слабоструктурированной воды и уменьшение количества жестко-структурированной.

Сравнение интенсивности дыхания с интенсивностью фотосинтеза показало, что высокие показатели дыхания соответствовали высокой интенсивности фотосинтеза (табл. 2).

Наибольшая интенсивность фотосинтеза отмечалась у вида *G. robusta* и *G. squarrosa*.

Таким образом, показатели водного режима растений видов *G. robusta* и *G. squarrosa* отличались меньшей напряженностью в течение дня, большей водоудерживающей способностью и меньшим водным дефицитом в сравнении с *G. integrifolia*. Наиболее благоприятный водный режим – когда *G. squarrosa* оказывал влияние на раннее цветение и созревание плодов.

Исследованные виды гринделии обладали высокой засухоустойчивостью, причем этот признак наиболее выражен у *G. robusta* и *G. squarrosa*.

Изученные виды определены как засухоустойчивые, декоративные, интересные при создании коллекционных участков лекарственных и эфиромасличных растений.

## Примечания

1. Толстиковой Т.Н., Чернявская И.В., Читао С.И. Ботанический сад: принципы комплектования коллекций и результаты интродукционных исследований. Майкоп: Изд-во АГУ, 2020. С. 21–24.

2. Тамашиян С.Г. Род Гринделия – Grindelia Willd / под ред. Б.К. Шишкина // Флора СССР. Т. 25. Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1959. С. 30–31.

3. Фролов Т.В. Новые перспективные эфиромасличные растения для юга СССР. Симферополь: Крымиздат, 1962. 63 с.

4. Капелев И.Г. Гринделия – ценное эфиромасличное растение // Растительные ресурсы. 1972. Т. 8, вып. 4. С. 566–571.
5. Иванов Л.А., Силина А.А., Цельникер Ю.Л. О методе быстрого взвешивания при определении транспирации в естественных условиях // Ботанический журнал. 1950. Т. 35, № 2. С. 171–185.
6. Третьяков Н.Н., Карнаухова Т.В., Паничкин Л.А. Практикум по физиологии растений / под ред. Н.Н. Третьякова. 3-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1990. 271 с.
7. Читао С.И., Чернявская И.В. Изучение лабораторных и полевых методов физиологии растений. Майкоп: Глобус, 2008. 35 с.
8. Жолкевич Р.Н. Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений // Итоги работы интродукционного питомника БИН АН СССР за 250 лет. Москва; Ленинград: Наука, 1965. С. 24–26.
9. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям / под ред. Г.В. Удовенко. Ленинград: ВИР, 1988. 228 с.
10. Алексеев А.М. Водный режим клеток растения в связи с обменом веществ и структурированностью цитоплазмы // Тимирязевские чтения. Москва: Наука, 1969. Вып. XXVIII. 35 с.
11. Водный обмен растений / В.Д. Жолкевич, Н.А. Гусев, А.В. Капля [и др.]. Москва: Наука, 1989. С. 21–44.
12. Максимов Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Москва: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 1. 575 с.

## References

1. Tolstikova T.N., Chernyavskaya I.V., Chitao S.I. Botanical Garden: principles of acquisition of collections and results of introductory studies. Maikop: Publishing House of ASU, 2020. P. 21–24.
2. Tamashiyan S.G. Genus of Grindelia – Grindelia Willd / ed. by B.K. Shishkin // Flora of the USSR. Vol. 25. Moscow; Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1959. P. 30–31.
3. Frolov T.V. New promising essential oil plants for the south of the USSR. Simferopol: Krymizdat, 1962. 63 p.
4. Kapelev I.G. Grindelia is a valuable essential oil plant // Plant Resources. 1972. Vol. 8, Iss. 4. P. 566–571.
5. Ivanov L.A., Silina A.A., Tselniker Yu.L. Rapid weighing method in determining transpiration under natural conditions // Botanical Journal. 1950. Vol. 35, No. 2. P. 171–185.
6. Tretyakov N.N., Karnaukhova T.V., Panichkin L.A. Workshop on plant physiology / ed. by N.N. Tretyakov. 3rd ed., enlarged and revised. Moscow: Agropromizdat, 1990. 271 p.
7. Chitao S.I., Chernyavskaya I.V. Study of laboratory and field methods of plant physiology. Maikop: Globus, 2008. 35 p.
8. Zholkevich R.N. Introduction of medicinal, aromatic and industrial plants // Results of the work of the introduction nursery of the BIN of the Academy of Sciences of the USSR for 250 years. Moscow; Leningrad: Nauka, 1965. P. 24–26.
9. Diagnosis of plant resistance to stressful influences / ed. by G.V. Udovenko. Leningrad: VIR, 1988. 228 p.
10. Alekseev A.M. Water regime of plant cells in connection with metabolism and structuring of the cytoplasm // Timiryazev Readings. Moscow: Nauka, 1969. Iss. 38. 35 p.
11. Water exchange of plants / V.D. Zholkevich, N.A. Gusev, A.V. Kaplya [at al.]. Moscow: Nauka, 1989. P. 21–44.
12. Maksimov N.A. Collection of works on drought and frost resistance of plants. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1952. Vol. 1. 575 p.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 5.09.2021; одобрена после рецензирования 3.10.2021; принята к публикации 4.10.2021.*

*The article was submitted 5.09.2021; approved after reviewing 3.10.2021; accepted for publication 4.10.2021.*

© С.И. Читао, И.В. Чернявская, О.А. Панеш, М.Н. Хагур, 2021