

## ОЦЕНКА РЕГЕНЕРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ *RHODODENDRON LUTEUM SWEET* В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

© 2024

Михович Ж.Э., Скромная О.В., Смирнова А.Н.

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация)

**Аннотация.** *Rhododendron luteum* (рододендрон желтый) – листопадный кустарник, получивший широкое распространение в садово-парковом строительстве благодаря высоким декоративным качествам. В Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН *Rh. luteum* привлечен пятилетними саженцами в 2008 г. из Ботанического сада-института ПГТУ (г. Йошкар-Ола). Установлено, что в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми размножение *Rh. luteum* и семенным, и вегетативным путем затруднено в связи с нерегулярным формированием фертильных семян и слабым линейным ростом побегов. Однако, учитывая высокие декоративные качества *Rh. luteum* в сочетании с достаточной неприхотливостью к условиям выращивания, представляется актуальным продолжение разработки способов его репродукции в условиях Севера. Поэтому целесообразно было оценить регенерационную способность *Rh. luteum* в культуре *in vitro*. На этапе собственно микроразмножения *Rh. luteum* под действием тидиазурана в течение 6 пассажей наблюдалась активная пролиферация почек и регенерация побегов, при неизменном типе органогенеза (активация меристем). Элонгация побегов достигалась на безгормональной среде Андерсона. В результате оценки влияния двух модифицированных питательных сред (Андерсона и WPM) на морфогенез было показано, что обе питательные среды положительно влияют на темпы роста и развития побегов. Наибольший коэффициент размножения получен на модифицированной среде Андерсона в присутствии БАП 0,5 + ИУК 0,5 мг/л на последствии тидиазурана.

**Ключевые слова:** *Rhododendron luteum*; культура *in vitro*; питательная среда; соотношение фитогормонов; регенерационный потенциал; коэффициент размножения; морфогенез; модифицированные среды по прописи Андерсона и WPM.

## EVALUATION OF REGENERATION CAPACITY OF *RHODODENDRON LUTEUM SWEET* IN *VITRO* CULTURE

© 2024

Mikhovich J.E., Skrotskaya O.V., Smirnova A.N.

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences  
(Syktyvkar, Russian Federation)

**Abstract.** *Rhododendron luteum* is a deciduous shrub that has become widespread in landscape gardening due to its high decorative qualities. *Rh. luteum* was attracted to the Botanical Garden of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences as five-year-old seedlings in 2008 from the Botanical Garden-Institute of the Volga Region State Technological University (Yoshkar-Ola). It was found that in the conditions of the middle taiga subzone of the Komi Republic, the propagation of *Rh. luteum* by both seed and vegetative means is difficult due to the irregular formation of fertile seeds and weak linear growth of shoots. However, given the high decorative qualities of *Rh. luteum* in combination with its sufficient unpretentiousness to growing conditions, it seems relevant to continue developing methods for its reproduction in the conditions of the North. Therefore, it was advisable to evaluate the regenerative capacity of *Rh. luteum in vitro* culture. At the stage of actual micropropagation of *Rh. luteum* under the influence of thidiazuron during 6 passages active proliferation of buds and regeneration of shoots was observed, with an unchanged type of organogenesis (activation of meristems). Elongation of shoots was achieved on hormone-free Anderson medium. As a result of assessing the effect of two modified nutrient media (Anderson and WPM) on morphogenesis, it was shown that both nutrient media have a positive effect on the growth and development rates of shoots. The highest multiplication coefficient was obtained on the modified Anderson medium in the presence of BAP 0.5 + IAA 0.5 mg/l after the action of thidiazuron.

**Keywords:** *Rhododendron luteum*; *in vitro* culture; nutrient medium; phytohormone ratio; regeneration potential; multiplication factor; morphogenesis; modified media according to Anderson and WPM prescription.

### Введение

В России и странах ближнего зарубежья разные виды рододендронов привлечены в культуру со второй половины XVIII века [1; 2], и в настоящее время растения широко используются в садово-парковом строительстве, селекции.

*Rhododendron luteum* Sweet (рододендрон желтый) – листопадный кустарник семейства Ericaceae (вересковые) – получил широкое распространение в Европе и Северной Америке благодаря высоким деко-

ративным качествам [3; 4]. Родина *Rh. luteum* – Кавказ, Западная Европа, Малая Азия [1; 3; 5]. Растение очень декоративно в период массового цветения и осенью благодаря яркой окраске листьев. Цветки диаметром до 6 см собраны по 7–12 шт. в щитковидные соцветия. Цветение начинается одновременно с распусканием листьев и характеризуется длительным и волнообразным периодом. В естественных условиях произрастания рододендроны размножаются, главным образом, семенным путем. Интродукционные ис-

следования показали высокую зимостойкость и декоративность сортов и гибридов *Rh. luteum* в Центральном регионе, на Урале и в Сибири [6]. Размножение рододендронов процесс трудоемкий и представляет определенные сложности. Традиционно размножают *Rh. luteum* семенами, зелеными черенками и делением куста. При семенном размножении растения достигают генеративного онтогенетического состояния только на четвертый или пятый год жизни. Черенкование и укоренение листопадных рододендронов проводится в очень сжатые сроки весной в период, когда появляется прирост текущего года [7]. При использовании зеленых черенков даже с обработкой стимуляторами корнеобразования наблюдается низкий процент укоренения (до 20%). Также и при размножении рододендронов делением куста отмечен низкий коэффициент размножения [1; 5; 8; 9].

В Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН *Rh. luteum* привлечен пятилетними саженцами в 2008 г. из г. Йошкар-Олы, Ботанического сада-института ПГТУ. В настоящее время в коллекции в удовлетворительном состоянии сохраняются несколько растений данного вида. В условиях подзоны средней тайги Республики Коми растения *Rh. luteum* растут медленно. Так, в 2009 г. высота растений составила 25 см, в 2011 г. – 28 см, в 2013 г. – 45 см, в 2016 г. – 60 см. Линейный рост побегов в эти годы составлял 8–24 см. Кустарники сформировали компактную и разветвленную крону. Начало вегетации *Rh. luteum* приурочено к третьей декаде мая. Первое цветение растений в 2011 г. (8–16 июня) из-за повреждения цветочных почек было слабым. Более интенсивное цветение наблюдалось в конце мая в 2013, 2014 и 2016 гг. (рис. 1).

Цветки диаметром 3,8–4,0 см собраны в плотные соцветия по 16–20 шт. и располагаются на концах всех побегов. Плодоношение впервые отмечалось в 2016 г., в соцветиях завязалось по 2–3 плода. Окончание роста побегов происходит в конце июля – начале августа. В это же время закладываются генеративные почки [10].

В условиях подзоны средней тайги Республики Коми размножение *Rh. luteum* и семенным, и вегетативным путем затруднено из-за редкого получения фертильных семян и незначительного прироста побегов. Однако благодаря своим высоким декоративным качествам в сочетании с достаточной неприхотливостью к условиям выращивания *Rh. luteum* является весьма перспективным для продолжения разработки способов его репродукции в условиях Севера. Поэтому целесообразно было оценить регенерационную способность *Rh. luteum* в культуре *in vitro*. Разработкой биотехнологических приемов культивирования растений данного вида и созданием протоколов, необходимых для устойчивого воспроизводства растений, для северных условий не проводилось.

Первые сведения о возможности использования методов *in vitro* для видов рода *Rhododendron* были даны Андерсоном [11], который разработал питательную среду для их выращивания. Также учеными в разных странах рассматривались частные вопросы по выбору эксплантов, способам стерилизации, подбору физиологически активных веществ, модификации питательных сред для разных этапов микроклонального размножения и различных эксплантов [12–15]. Пока-

зано, что лучшими эксплантами *Rh. luteum* являются части ювенильных растений и черенки с побегов текущего года [9]. Повышенный интерес вызывал подбор питательных сред на разных этапах микроклонального размножения *Rh. luteum* [12], так как каждый из них в размножении рододендронов представляет определенные трудности. Известно несколько модификаций питательных сред. Классической питательной средой, используемой для пролиферации побегов видов рода *Rhododendron*, является среда по прописи Андерсона, дополненная 15 мг/л 2 IP и 4 мг/л ИУК [16], коэффициент размножения составляет 5 шт. на побег при их средней высоте 1,5 см [15]. Вторая среда, используемая для размножения *Rh. luteum*, – WPM, дополненная 15 мг/л 2 IP и 4 мг/л ИУК, в которой коэффициент размножения составляет 4,5 шт. на эксплант при высоте побегов 3,3 см [15]. К недостаткам данных сред следует отнести высокие дозы фитогормонов, при длительном использовании вызывающие витрификацию побегов. Введение в питательную среду высокой концентрации 2 IP было оправдано, так как побеги рододендронов обладают слабой способностью к ветвлению, и только высокие дозы 2 IP стимулируют морфогенез и увеличивают коэффициент мультипликации побегов.

Анализ литературных данных показал, что в настоящее время на этапе собственно размножения используют в качестве регуляторов роста разные фитогормоны цитокининового ряда 2IP, кинетин, зеатин, 6-БАП, в различных концентрациях (1,0–1,5 мг/л) и в сочетании с ауксинами, в частности с ИУК в концентрации 1,0 мг/л [16–18]. В последние годы предложен для использования в культуре *in vitro* новый синтетический фитогормон тидиазулон, обладающий одновременно ауксиновым и цитокининовым действиями [19], который в концентрации 0,5–10 мкм достоверно повышает коэффициент размножения древесных растений, и в частности представителей рода *Rhododendron* [13; 20]. Отрицательной стороной высокой эффективности тидиазулона является развитие нежелательных аномалий побегов древесных растений (гипергидричность, фасциация, укороченность и утолщенность побегов), что выражается в слабом удлинении, и укоренении побегов [21]. Для преодоления вызванных тидиазулоном нарушений в культуре *in vitro* предложено снижение его концентрации до 0,01–1,0 мкм [20] или использование двухэтапной процедуры регенерации – индукция побегов при помощи тидиазулона с последующим культивированием на безгормональной среде [22; 23]. Некоторые исследователи добавляют ауксины, чтобы преодолеть чрезмерный эффект цитокининов и получить микропобеги хорошего качества [24]. Высокие концентрации тидиазулона способствуют пролиферативной активности клеток, низкие – вытягиванию побегов [25].

Представители рода *Rhododendron* имеют генотипические различия, поэтому протоколы как для вечнозеленых сортов, так и для листопадных сортовых и дикорастущих представителей рода должны подбираться экспериментально [24].

Целью нашей работы являлось выявление оптимальных условий (состава питательной среды и соотношения фитогормонов) на этапе собственно размножения в культуре *in vitro* высокодекоративного вида *Rhododendron luteum* и оценка его регенерационного потенциала.

**Объекты и методика исследований**

Семена *Rh. luteum* (название вида уточнялось по: The World Flora Online [26]) были собраны в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН 12.10.2022 г. Все работы с асептической культурой проводили согласно рекомендациям, предложенным Н.В. Катаевой [27] и Ф.Л. Калининным [28] с соавторами.

Семена вводили в культуру *in vitro* 30.11.2022 г. и 14.12.2022 г. по 20 шт. семян в двух повторностях и в двух вариантах опыта. Стерилизацию семян проводили в два этапа. В асептических условиях выдерживали в мыльном растворе 20 минут, затем в доместосе (10%) – 10 мин. и далее в ламинарном боксе в этиловом спирте (70%) – 1 минуту и в диациде (0,1%) – 5 минут. При такой схеме стерилизации получили 100% стерильные семена, которые ввели на среду WPM без гормонов. Массовое прорастание семян наблюдалось на 14 сутки культивирования. Всхожесть семян составила 72%. Продолжительность одного пассажа – 60 суток. К концу первого пассажа высота побегов достигала 1 см. Побег делили на 2 части и, удаляя корешок, вводили на новую питательную среду по прописи Андерсона с добавлением тидиазурана (1 мг/л) и ИУК (1 мл/л). Следующие 5 пассажей проводились на такой же питательной среде (табл. 1). Начиная с 6 пассажа, для работы на этапе собственно размножения, мы использовали две модифицированные питательные среды. Первая – по прописи Андерсона, предложенная А.А. Мухаметвафиной [9], которая представляет собой сниженные в два раза концентрации макросолей и микросолей. Вторая – среда Woody plant medium (WPM), предложенная И.В. Гафицкой с соавторами [29; 30], в которой калийная соль азотной кислоты заменена на калийную соль серной кислоты и дигидрофосфат натрия заменен на нитрат кальция (табл. 2). pH среды доводили до 4,8–5,0 при помощи 0,1 N KOH, до автоклавирования.

**Результаты исследований  
и их обсуждение**

Как известно, одной из важных составляющих при клональном микроразмножении древесных растений является длительность и число пассажей. Продолжительность и число пассажей способны значительно влиять на пролиферацию и темпы развития культуры на этапе собственно размножения в культуре *in vitro*. При длительных пассажах происходит усыхание среды, остановка роста и развития побегов. Многочисленные субкультивирования провоцируют накопление мутаций, происходит старение эксплантов и снижается скорость линейного роста и мультипликация побегов. В таблице 1 показано, что при первом пассаже морфогенез достигал 83%, а пролиферация побегов *Rh. luteum* происходила медленно с длительностью одного пассажа 60 суток, в последующих субкультивированиях морфогенез достигал 100%.

Повышение морфогенетической активности отмечено со второго пассажа и сохраняется до 6 пассажа. В этот период происходит активная пролиферация за счет снятия апикального доминирования и развития пазушных почек. Высокие темпы роста и развития побегов наблюдаются на 4–6 пассажах, где происходит сокращение продолжительности субкульту-

вирования до 40–50 дней. Конгломерат, состоящий из почек и микропобегов высотой 0,2–0,7 см, увеличивался в объеме и имел вид шара. Элонгация побегов не происходила. В этих пассажах достигается наибольший коэффициент мультипликации побегов (10 конгломератов на один эксплант) и сохраняется высокая морфогенетическая реакция. В среднем за 5 месяцев активной работы с культурой на этапе мультипликации в сочетании с активным черенкованием можно получить до 40 конгломератов на эксплант.

После 6-го пассажа часть конгломератов была введена на питательную среду по прописи Андерсона без гормонов с целью выявления морфологических изменений, так как присутствие в среде тидиазурана (рис. 2: А), как отмечают некоторые исследователи, может вызывать витрификацию и другие нарушения в развитии побегов. В наших опытах конгломераты побегов хорошо развивались, имели нормальную окраску, и морфологические изменения не наблюдались (рис. 2: Б).

По данным литературы для микроразмножения разных видов рододендрона используют среды с различным составом и концентрацией макро- и микросолей, физиологически активных веществ, а также органических соединений и витаминов [31; 9]. В данной работе на этапе собственно размножения для одновременного получения пролиферации и элонгации побегов использовали фитогормоны тидиазуран, БАП и ИУК в различных концентрациях и комбинациях (табл. 2).

Для выявления влияния разных питательных сред на мультипликацию и рост микропобегов *Rh. luteum* использовали две модифицированные среды по прописи Андерсона и WPM. В табл. 3 показано влияние состава питательной среды и фитогормонов на регенерацию и элонгацию микропобегов на 40 сутки культивирования. Исследования по мультипликации микропобегов на этапе собственно размножения показали, что обе модифицированные среды подходят для этапа собственно микроразмножения.

При введении в различные питательные среды фитогормоны по-разному проявляют свою активность. Совместное использование тидиазурана (1 мг/л) и ИУК в концентрациях (1 и 2 мг/л) на модифицированной среде Андерсона оказывало ингибирующее влияние на элонгацию побегов *Rh. luteum*, но стимулирует для пролиферации почек, что способствовало развитию побегов (рис. 3: А, Б). На модифицированной среде WPM увеличение концентрации ИУК в два раза в присутствии тидиазурана (1 мг/л) значительно не повлияло на элонгацию побегов, однако усилило регенеративную способность эксплантов, и коэффициент размножения составил 9,5 побегов на эксплант, при этом наблюдались небольшие аномалии в морфологии листьев, которые были преодолены при помощи переноса на безгормональную питательную среду Андерсона (рис. 4, 5). Высота побегов оказалась существенно ниже и составила 0,3–0,8 см на обеих средах. Значительно усилил элонгацию побегов *Rh. luteum* ИУК 2 мг/л на среде WPM (рис. 6). В присутствии в обеих питательных средах БАП 0,5 мл/л и ИУК 0,5 мл/л было получено максимальное число микропобегов (высотой более 1 см), однако на среде 2 коэффициент размножения был в два раза ниже (рис. 7).

**Таблица 1** – Влияние числа пассажей на коэффициент размножения и морфогенез *Rh. luteum* на среде Андерсона + ТИД 1 + ИУК 1

Номер пассажа	Продолжительность пассажа, сут.	Коэффициент размножения (число частей конгломерата, полученного с одного экспланта), шт.	Высота побега, см	Морфогенез, %
Введение в культуру <i>in vitro</i> (WPM без гормонов)	60	–	1,0	–
1 пассаж	60	–	0,7	83
2 пассаж	60	4	0,7	100
3 пассаж	60	4	0,5	100
4 пассаж	50	10	0,5	100
5 пассаж	40	10	0,5	100
6 пассаж	40	10	0,5	100

**Таблица 2** – Модифицированные питательные среды на этапе собственно размножения *Rh. luteum*

Состав питательной среды	Среда 1 [9]. Модифицированная среда Андерсона, мг/л		Среда 2 [29]. Модифицированная среда WPM, мг/л	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	200		400	
KNO <sub>3</sub>	240		–	
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	185		181	
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	190		–	
FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	27,8		27,8	
NaЭДТА · 2H <sub>2</sub> O	37,2		37,2	
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	220		72,5	
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	–		386	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	–		990	
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0,125		0,25	
MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	8,45		22,3	
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	4,3		8,6	
KI	–		0,75	
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	3,1		6,2	
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0,01		0,25	
Сульфат аденин	80		–	
Глицин	–		2	
Сахароза	15		20	
Пиридоксин	–		0,5	
Агар	8		4	

**Таблица 3** – Влияние питательной среды, состава и концентраций фитогормонов, коэффициент размножения *Rh. luteum*, 6 пассаж (40-е сутки культивирования)

Фитогормоны, мг/л	Среда 1 [9]. Модифицированная среда Андерсона, мг/л		Среда 2 [29]. Модифицированная среда WPM, мг/л	
	Высота побегов, см	Коэффициент размножения, шт.	Высота побегов, см	Коэффициент размножения, шт.
БАП 0,5 + ИУК 0,5	1,2 <sup>a</sup>	10,3 <sup>a</sup>	1,2 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>
ТИД 1 + ИУК 2	0,5 <sup>b</sup>	9,5 <sup>ab</sup>	0,5 <sup>b</sup>	–
ИУК 2	0,8 <sup>c</sup>	2,9 <sup>c</sup>	1,7 <sup>c</sup>	5,0 <sup>b</sup>
ТИД 1 + ИУК 1	0,3 <sup>bd</sup>	–	0,8 <sup>d</sup>	3,9 <sup>ac</sup>

*Примечание.* Подсчет не проводился (ввиду очень сближенных междоузлий). <sup>a, b, c, d</sup> – показатели значимости различий при тесте Дункана (P = 0,05), где разные буквы за средним значением в столбцах показывают, что различия значимы, одинаковые буквы – различий нет.

#### Заключение

Таким образом, показано, что на этапе собственно микроразмножения *Rhododendron luteum* под действием тиадиазурона в течение 6 пассажей наблюдается активная пролиферация почек и регенерация побегов, тип органогенеза не изменяется – активация меристем. Элонгация побегов достигается на безгормональной

среде Андерсона. Изучение влияния двух модифицированных питательных сред (Андерсона и WPM) на морфогенез показало, что обе питательные среды положительно влияют на темпы роста и развития побегов. Наибольший коэффициент размножения получен на модифицированной среде Андерсона в присутствии БАП 0,5 + ИУК 0,5 мг/л на последствии тиадиазурона.



Рисунок 1 – Цветение *Rhododendron luteum*



А



Б

Рисунок 2 – Микропобеги на среде Андерсона:  
А – среда с ТИД 1 + ИУК 1 мг/л (30-е сут.), Б – среда без гормонов (40-е сут., 4–6 пассажи)



А



Б

Рисунок 3 – Конгломераты на среде Андерсона:  
А – среда с ТИД 1 + ИУК 1, Б – среда с ТИД 1 + ИУК 2

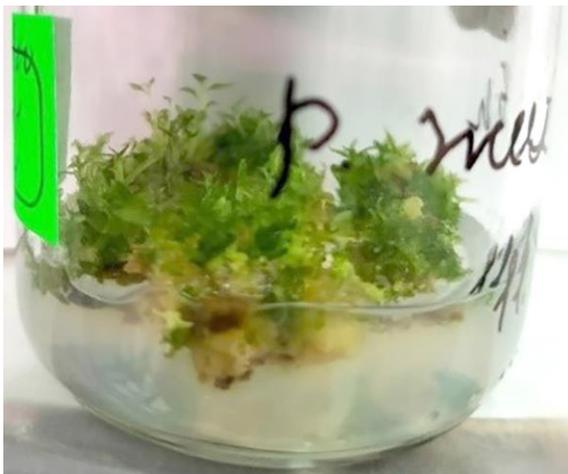


Рисунок 4 – Среда WPM + ТИД 1 + ИУК 2



Рисунок 5 – Среда Андерсона без гормонов



Рисунок 6 – Среда WPM + ИУК 2

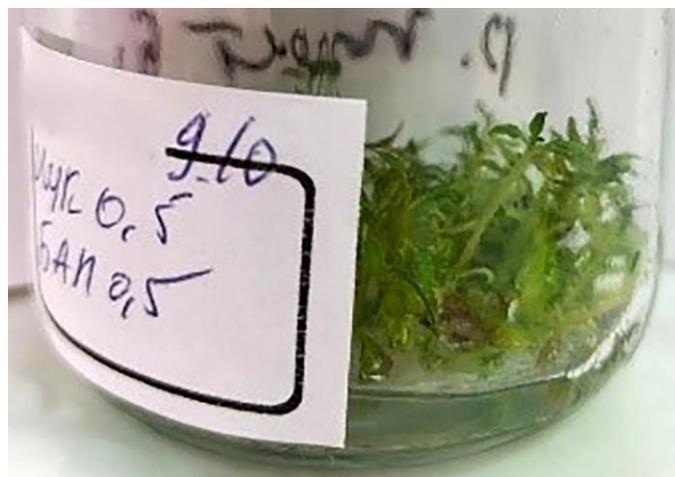


Рисунок 7 – Среда WPM + БАП 0,5 + ИУК 0,5

### Список литературы:

1. Александрова М.С. Рододендроны природной флоры СССР. М.: Наука, 1975. 112 с.
2. Фирсов Г.А., Холопова А.В. Рододендроны в ботаническом саду БИН им. В.Л. Комарова РАН // Бюллетень Главного ботанического сада. 2011. Вып. 197. С. 31–42.
3. Колесников А.И. Декоративная дендрология. Изд. второе, испр. и доп. М.: Лесная промышленность, 1974. 704 с.
4. Мурзабулатова Ф.К., Полякова Н.В., Никитина Л.С., Путенихин В.П., Шигапов З.Х. Красивоцветущие и декоративно-лиственные кустарники (Фрутицетум, Сирингарий и некоторые другие коллекционные участки Уфимского ботанического сада). Уфа: Мир печати, 2018. 152 с.
5. Рододендрон жёлтый – *Rhododendron luteum* Sweet // Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции: в 6 т. Т. 5: Покрытосеменные. Семейства Миртовые – Маслиновые / ред. С.Я. Соколов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 303–304.
6. Зайцева Ю.Г. Особенности морфогенеза и размножения *in vitro* некоторых представителей рода *Rhododendron* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01. Новосибирск, 2015. 17 с.
7. Fordham I., Stimart D.P., Zimmerman R.H. Axillary and adventitious shoot proliferation of Exbury azaleas *in vitro* // Samara Journal of Science. 2024. Vol. 13, iss. 2

HortScience. 1982. Vol. 17, iss. 5. P. 738–739. DOI: 10.21273/hortsci.17.5.738.

8. Мишукова И.В., Хрынова Т.Р. Результаты селекции рододендронов (*Rhododendron* L., Ericaceae) в НИИ Ботанический сад Нижегородского государственного университета // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2014. № 3 (3). С. 86–91.

9. Мухаметвафина А.А. Размножение *Rhododendron luteum* Sweet в культуре *in vitro* // Экобиотех. 2019. Т. 2, № 4. С. 451–455. DOI: 10.31163/2618-964x-2019-2-4-451-455.

10. Мартынов Л.Г. Результаты интродукции рододендронов в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2017. № 2 (200). С. 20–24.

11. Anderson W.C. Rooting of tissue cultured rhododendrons // Combined Proceedings of the International Plant Propagators Society. 1978. Vol. 28. P. 135–138.

12. Васильева О.Г. Возможности и перспективы клонального микроразмножения интродуцированных видов рододендрона // Вестник КрасГАУ. 2008. № 3. С. 120–125.

13. Pavingerova D. The influence of thidiazuron on shoot regeneration from leaf explants of fifteen cultivars of *Rhododendron* // Biologia Plantarum. 2009. Vol. 53, iss. 4. P. 797–799. DOI: 10.1007/s10535-009-0147-3.

14. Кутас Е.Н. Клональное микроразмножение рододендронов и их практическое использование. Минск: Беларуская навука, 2009. 188 с.

15. Кутас Е.Н., Гаранинова М.В., Горецкая А.А., Малахова И.Н. Регенерационный потенциал рододендрона желтого, интродуцированных сортов голубики высокой, брусники обыкновенной в зависимости от содержания гормональных добавок в питательной среде // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук. 2014. № 2. С. 32–35.
16. Anderson W.C. A revised tissue culture medium for shoot multiplication of rhododendron // Journal of the American Society for Horticultural Science. 1984. Vol. 109, iss. 3. P. 343–347. DOI: 10.21273/jashs.109.3.343.
17. Almeida R., Goncalves S., Romano A. *In vitro* micropropagation of endangered *Rhododendron ponticum* L. subsp. *baeticum* (Boissier and Reuter) Handel-Mazzetti // Biodiversity and Conservation. 2005. Vol. 14. P. 1059–1069.
18. Zaytseva Yu.G., Novikova T.I. Morpho-histological analysis of shoot regeneration and large-scale propagation of an endangered species *Rhododendron mucronulatum* Turcz. // Siberian Journal of Forest Science. 2018. № 4. P. 20–28. DOI: 10.15372/sjfs20180403.
19. Ahmad N., Faisal M. Thidiazuron: from urea derivative to plant growth regulator. Singapore: Springer Singapore, 2018. 491 p. DOI: 10.1007/978-981-10-8004-3.
20. Novikova T.I., Zaytseva Y.G. TDZ-induced morphogenesis pathways in woody plant culture // Thidiazuron: From Urea Derivative to Plant Growth Regulator. Springer, 2018. P. 61–94. DOI: 10.1007/978-981-10-8004-3\_3.
21. Dewir Y.H., Nurmansyah N., Naidoo Y., Teixeira da Silva J.A. Thidiazuron-induced abnormalities in plant tissue cultures // Plant Cell Reports. 2018. Vol. 37. P. 1451–1470. DOI: 10.1007/s00299-018-2326-1.
22. Sujatha K., Panda B.M., Hazra S. De novo organogenesis and plant regeneration in *Pongamia pinnata*, oil producing tree legume // Trees. 2008. Vol. 22, iss. 5. P. 711–716. DOI: 10.1007/s00468-008-0230-y.
23. Dhavala A., Rathore T.S. Micropropagation of *Embelia ribes* Burmf. through proliferation of adult plant axillary shoots // In vitro Cellular & Developmental Biology – Plant. 2010. Vol. 46, iss. 2. P. 180–191. DOI: 10.1007/s11627-010-9285-8.
24. Eeckhaut T., Janssens K., de Keyser E., de Riek J. Micropropagation of *Rhododendron* // Protocols for in vitro propagation of ornamental plants. 2010. Vol. 589. P. 141–152. DOI: 10.1007/978-1-60327-114-1\_14.
25. Зайцева Ю.Г., Новикова Т.И. Клональное микропомножение *Rhododendron dauricum* // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, Клиническая медицина. 2014. Т. 12, № 1. С. 26–31.
26. *Rhododendron luteum* Sweet [Internet] // The World Flora Online. <https://wfolplantlist.org/taxon/wfo-0000399990-2023-12>.
27. Катаева Н.В., Бутенко Р.Г. Клональное микропомножение растений. М.: Наука, 1983. 96 с.
28. Калинин Ф.Л., Кушнир Г.П., Сарнацкая В.В. Технология микроклонального размножения растений. Киев, 1992. 232 с.
29. Гафицкая И.В., Михеева А.В., Орловская И.Ю. Патент RU 2679835C1: Питательная среда для микроклонального размножения рододендрона и способ микроклонального размножения рододендрона. Оpubл. 13.02.2019.
30. Гафицкая И.В., Бабикова А.В. Оптимизация методики микроклонирования рододендрона сорта «Feuerwerk» // Растения в муссонном климате – VI: тез. докл. VI науч. конф. с междунар. уч. (Владивосток, 16–20 октября 2013 г.). Владивосток, 2013. С. 79.
31. Zaytseva Y.G., Poluboyarova T.V., Novikova T.I. Effects of thidiazuron on *in vitro* morphogenic response of *Rhododendron sichotense* Pojark. and *Rhododendron catawbiense* cv. Grandiflorum leaf explants // In vitro Cellular & Developmental Biology – Plant. 2016. Vol. 52, iss. 1. P. 56–63. DOI: 10.1007/s11627-015-9737-2.

*Исследования выполнены на базе УНУ «Научная коллекция живых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН», регистрационный номер 507428 и в рамках государственного задания по теме «Репродуктивный потенциал ресурсных растений при интродукции на европейском Северо-Востоке» (номер гос. регистрации 12204060020-7).*

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Михович Жанна Эдуардовна</b>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: mihovich@ib.komisc.ru.</p> <p><b>Скромная Ольга Валерьевна</b>, кандидат биологических наук, заведующий отделом Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: skrockaja@ib.komisc.ru.</p> <p><b>Смирнова Анна Николаевна</b>, младший научный сотрудник отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: smirnova@ib.komisc.ru.</p>	<p><b>Mikhovich Janna Eduardovna</b>, candidate of biological sciences, senior researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russian Federation). E-mail: mihovich@ib.komisc.ru.</p> <p><b>Skrotskaya Olga Valerievna</b>, candidate of biological sciences, head of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russian Federation). E-mail: skrockaja@ib.komisc.ru.</p> <p><b>Smirnova Anna Nikolaevna</b>, junior researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russian Federation). E-mail: smirnova@ib.komisc.ru.</p>

**Для цитирования:**

Михович Ж.Э., Скромная О.В., Смирнова А.Н. Оценка регенерационной способности *Rhododendron luteum* Sweet в культуре *in vitro* // Самарский научный вестник. 2024. Т. 13, № 2. С. 60–66. DOI: 10.55355/snv2024132106.