

**СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY**DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.79> EDN: DQFAWS**ОСОБЕННОСТИ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ РОЗ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОТИПОВ НА СТАДИИ ЭЛОНГАЦИИ**

Научная статья

Серебрякова Ж.С.^{1,*}, Корнацкий С.А.², Титаренко У.О.³, Воробьева Д.Е.⁴¹ ORCID : 0009-0001-5566-7940;² ORCID : 0000-0002-1721-4529;³ ORCID : 0009-0006-6877-3941;⁴ ORCID : 0009-0001-8850-2077;^{1,2,3,4} Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (serebryakova_zhs[at]rudn.ru)

Предложена: 24.03.2026; Принята: 01.06.2026; Опубликовано: 17.06.2026

Аннотация

В статье рассматриваются особенности реализации метода клонального микроразмножения розы на стадии элонгации с целью повышения качественных и количественных показателей микрочеренков, что позволит проведение последующих операций по их укоренению и адаптации микрорастений. При асептическом культивировании на этапе элонгации изучали влияние комбинаций некоторых гормонов роста на фоне питательных сред различного минерального состава. В опытах были использованы фитогормоны: изопетиладенин (ИПА) в концентрации 1,0 мг/л; бензиламинопури́н (6-БАП) в концентрациях 0,05–1,0 мг/л; гибберелловая кислота (ГК₃) в концентрации 0,5 мг/л. Эффект последствия гибберелловой кислоты на розе сорта *Aloha Kordana* отмечен только на второй фазе элонгации вариантах со средой MS, практически независимо от типа цитокинина, который использовали на стадии пролиферации. В контроле, где ГК₃ не использовали, на фоне 6-БАП был получен аналогичный результат, однако во всех случаях число побегов длиной около 1,5 см увеличилось до 4–6 шт/колбу, причем, как правило, один из них достигал длины 3–4 см. С другим сортом розы *Circle of Life* очевидным оказалось преимущество использования 6-БАП на стадии пролиферации, что во всех вариантах обеспечило существенное превышение длины побегов в сравнении с ИПА, а на средах MS и WPM при добавлении ГК₃ побеги достигли длины 2,9–3,1 см, что существенно превысило контроль.

Ключевые слова: роза, клональное микроразмножение растений, сортотипы роз, роза миниатюрная, роза флорибунда, регуляторы роста растений.

FEATURES OF CLONAL MICROPROPAGATION OF ROSES OF DIFFERENT TYPES AT THE ELONGATION STAGE

Research article

Serebryakova Z.S.^{1,*}, Kornatskiy S.A.², Titarenko U.O.³, Vorobyeva D.E.⁴¹ ORCID : 0009-0001-5566-7940;² ORCID : 0000-0002-1721-4529;³ ORCID : 0009-0006-6877-3941;⁴ ORCID : 0009-0001-8850-2077;^{1,2,3,4} Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (serebryakova_zhs[at]rudn.ru)

Suggested: 24.03.2026; Accepted: 01.06.2026; Published: 17.06.2026

Abstract

The article is devoted to the features of the elongation stage in terms of clonal micropropagation of rose, in order to improve the qualitative and quantitative parameters of microcuttings, allowing the subsequent operations on their rooting and acclimatization. During microplants cultivation in the aseptic conditions on the elongation stage, the effects of the type, concentration, and combination of growth regulators as well as mineral composition of culture medium were studied. Among studied growth regulators were isopentenyl adenine (iP) at a concentration of 1,0 mg/L, 6-benzylaminopurine (BAP) at a concentrations of 0,05–1,0 mg/L, and gibberellic acid (GA₃) at a concentration of 0,5 ml/L. The aftereffect of GA₃ on plants of *Aloha Kordana* rose cultivar was noted only during the second elongation stage on MS medium, regardless of the type of cytokinin used on proliferation stage. Under control treatment (without GA₃) supplemented with 0,05 mg/L BAP similar result was obtained, but the number of shoots approximately 1,5 cm long increased to 4–6 pcs per flask, with one of them typically reaching 3–4 cm in length. The most efficient treatment for *Circle of Life* cultivar was supplementing proliferation stage nutrient medium with 1,0 mg/L BAP, which ensured a significant increase in shoot length compared to 1,0 mg/L iP. The addition of GA₃ to MS and WPM nutrient medium induced the increase in shoot length up to 2,9–3,1 cm, significantly exceeding the results obtained under control treatment.

Keywords: clonal micropropagation, rose cultivars, miniature rose, floribunda rose, plant growth regulators.

Введение

Роза (*Rosa spp.*) — традиционно и широко используемая декоративная культура, пригодная для выращивания как в открытом, так и в защищённом грунте. Помимо эстетической ценности имеет еще одно важное направление использования, а именно парфюмерию. Основными потребительскими свойствами этого растения являются длительный период цветения, большое разнообразие сортов, устойчивость к заморозкам, высокий уровень содержания ценного эфирного масла. Однако существует ряд сложностей, которые ограничивают возможности выращивания посадочного материала роз. Преимущественно саженцы розы получают в результате прививки, для чего необходимы подвойный и привойный материал, а также высоко квалифицированные кадры для выполнения окулировки. Зеленое черенкование возможно, но также сопряжено с рядом проблем, поскольку требует наличия специализированного оборудования (туманообразующих установок) и содержания соответствующих маточно-сортовых насаждений. Метод клонального микроразмножения, который имеет определенное сходство с зелёным черенкованием, реализуется в стерильных лабораторных условиях, где в качестве маточных используются культуры *in vitro*, и при этом проведение работ не связано с сезонными ограничениями. Однако в микроразмножении роз, как и практически всех культур умеренной климатической зоны, есть наиболее проблемный этап, связанный с адаптацией микрорастений, результативность которого редко превышает 30% и в значительной степени зависит от физических параметров микрочеренков, используемых для укоренения [4], [5], [7], [10].

Методы и принципы исследования

Эксперименты проводили на базе метода клонального микроразмножения по Бутенко. Объектами исследования служили стерильные культуры розы *Aloha Kordana* (AK, миниатюрная роза, Германия) и *Circle of life* (CoL, роза флорибунда, Германия), обладающие высокой декоративностью и устойчивостью к ряду грибных болезней. Асептические операции выполняли в условиях ламинар-бокса. Растительный материал культивировали в светокоробке при 16-ти часовом световом дне, освещенности на уровне растений 4500–5000 лк и температуре 22...26°C. На этапе пролиферации, в пассажах предшествующих элонгации, изучали питательные среды с различным минеральным составом солей: MS, ½ MS, WPM (Woody Plant Medium) с добавлением цитокининов бензиламинопурина (6-БАП) и изопентиладенина (ИПА) в концентрации 1,0 мг/л. Для выполнения пролиферации использовали пробирки ПБ-2-21-200. По истечении 4-х недель культивирования для проведения первой фазы элонгации, полученные конгломераты высаживали в конические колбы КН-1 емкостью 100 мл на аналогичные по минеральному составу питательные среды, но концентрацию 6-БАП при этом снижали до 0,05 мг/л, а в опытный вариант еще дополнительно включали гибберелловую кислоту (ГК₃) в концентрации 0,5 мг/л. Повторность во всех вариантах была 5-кратная. Спустя 4 недели для проведения второй фазы элонгации обе партии материала вновь пересадили на аналогичные по минеральному составу среды с 0,05 мг/л 6-БАП, но без использования дополнительных компонентов. Учёты длины микрочеренков проводили через 4 недели после посадки конгломератов на элонгацию. Полученные первичные данные подвергли статистической обработке на основе дисперсионного анализа с использованием таблиц Microsoft Office Excel 2024 для выявления зависимостей между изучаемыми факторами [3], [6], [7], [10].

Основные результаты

Изначально, на этапе пролиферации конгломератов побегов сортов розы AK и CoL при использовании питательной среды Мурасиге-Скуга (MS) с добавлением 1,0 мг/л 6-БАП было отмечено избыточное каллусообразование на основаниях конгломератов, что является нежелательным эффектом. Причиной тому могло быть несоответствие минерального состава требованиям культуры, либо специфическая реакция растительных тканей на высокие концентрации цитокининов. Подобный эффект регистрировался стабильно на протяжении периода размножений изучаемых сортов. Развивающиеся конгломераты отличались нестабильным ростом и развитием, состояли преимущественно из малочисленных коротких побегов длиной не более 0,5–1,0 см, что представляло проблемы для дальнейшей работы с ними. Была предпринята попытка получения побегов большей длины, которые были бы пригодны для этапа ризогенеза. Поскольку хорошо известно, что кратное снижение концентрации цитокининов в составе питательной среды способствует частичному восстановлению апикального доминирования, то в связи с этим изучали последствие использования различных сочетаний регуляторов роста на этапе пролиферации при переходе от высоких концентраций цитокининов к низким, гибберелловой кислоты в первой фазе элонгации, а также состав минеральных солей и их воздействие на рост микрочеренков сортов розы AK и CoL (табл. 1 и 2). Поскольку изучаемые сорта розы относятся к разным сортотипам и принципиально отличаются по характеру роста и развития парного их сравнения не проводили. Промежуточный анализ результатов первой фазы элонгации не выявил очевидного эффекта удлинения побегов обеих сортов роз в изучаемых вариантах, даже несмотря на то, что кроме контроля, в них была использована гибберелловая кислота, вещество, известное подобными свойствами. Как правило, в каждой колбе насчитывалось 2–3 побега высотой 1,0–1,2 см, чего было явно недостаточно. Эффект последствия гибберелловой кислоты на розе сорта *Aloha Kordana* проявился только на второй фазе элонгации вариантах со средой MS, практически независимо от типа цитокинина, который использовали на стадии пролиферации. В то же время, и в контроле, где ГК₃ не использовали, на фоне 6-БАП был получен аналогичный результат, однако во всех случаях число побегов длиной около 1,5 см увеличилось до 4–6, причем, как правило, один из них достигал длины 3–4 см (рис. 1). Среда WPM оказалась для этого сорта непригодной.

Таблица 1 - Высота побегов при 2-х фазной элонгации культуры розы сорта *Aloha Kordana* под влиянием состава питательной среды и комбинаций регуляторов ростаDOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.79.1>

Сорт	Пролиферация, предшествующая элонгации							
	Среда MS (контроль)		Среда MS		Среда ½ MS		Среда WPM	
	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л
	1-я фаза элонгации (фон – 6-БАП 0,05 мг/л)							
	Без ГК ₃ (контроль)		С добавлением ГК ₃ (0,5 мг/л)					
<i>Aloha Kordana</i> , мм	15,1	10,2	14,7	16,5	14,2	14,3	8,8	8,6
НСР ₀₅ (минеральный состав среды) = 3,5 НСР ₀₅ (комбинация регуляторов роста) = 4,1								

Несколько иной была картина с другим сортом розы *Circle of Life*. Очевидным оказалось преимущество использования 6-БАП на стадии пролиферации, что во всех вариантах обеспечило существенное превышение длины побегов в сравнении с ИПА, а на средах MS и WPM при участии ГК₃ побеги достигли длины 2,9-3,1 см, что существенно превысило контроль (рис. 2). Среда ½ MS уступила по эффективности на фоне обоих цитокининов.

Таблица 2 - Высота побегов при 2-х фазной элонгации культуры розы сорта *Circle of Life* под влиянием состава питательной среды и комбинаций регуляторов ростаDOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.79.2>

Сорт	Пролиферация, предшествующая элонгации							
	Среда MS (контроль)		Среда MS		Среда ½ MS		Среда WPM	
	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л	6-БАП 1,0 мг/л	ИПА 1,0 мг/л
	1-я фаза элонгации (фон – 6-БАП 0,05 мг/л)							
	Без ГК ₃ (контроль)		С добавлением ГК ₃ (0,5 мг/л)					
<i>Circle of life</i> , мм	23,3	17,2	29,2	15,1	11,3	6,0	31,0	14,5
НСР ₀₅ (минеральный состав среды) = 4,2 НСР ₀₅ (комбинация регуляторов роста) = 5,9								

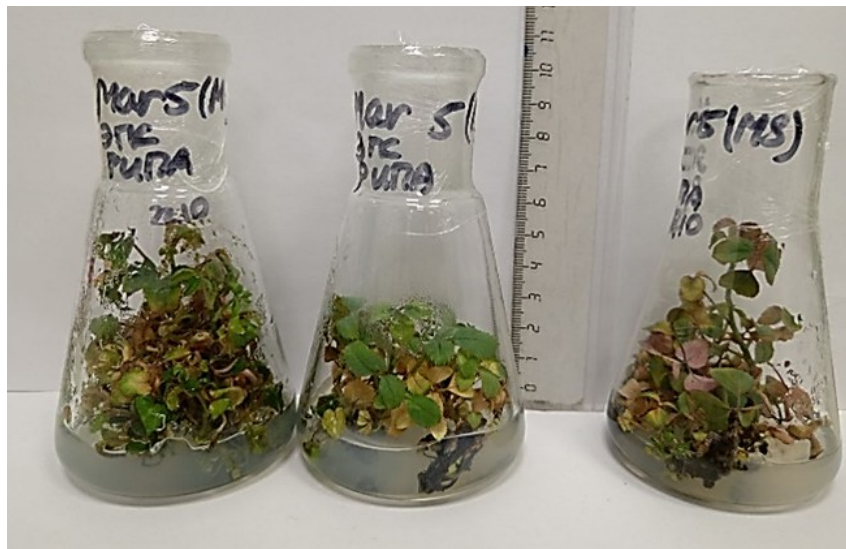


Рисунок 1 - Микрочеренки розы Aloha Kordana после двухфазной элонгации, на питательной среде MS
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.79.3>

Примечание: ГК₃ 0,5 мг/л + 6-БАП 0,05 мг/л / 6-БАП 0,05 мг/л



Рисунок 2 - Микрочеренки розы Circle of Life, прошедшие две фазы элонгации, на питательной среде WPM
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.79.4>

Примечание: ГК₃ 0,5 мг/л + 6-БАП 0,05 мг/л / 6-БАП 0,05 мг/л

Обсуждение

Подтвердилось существующее мнение о розе, как культуре достаточно сложной для размножения методом апикальных меристем. Совершенно очевидно, что требуется дополнительное изучение других вариантов питательных сред, коррекции их минерального состава, поскольку коэффициент размножения остается весьма низким, в сравнении с многими другими плодовыми и декоративными культурами. Концентрации цитокининов 1,0 мг/л и выше не способствуют полноценному развитию пролиферирующих культур, а в основании микрочеренков активно идут процессы дедифференциации тканей и формируется каллус. Кроме того, превышение длительности пассажа более, чем 3 недели негативно сказывается на жизнеспособности конгломератов. Дополнительного изучения требует также вопрос отложенного последействия гибберелловой кислоты в последующих пассажах, примеры чего есть в опубликованных источниках [1], [2], [8], [9].

Заключение

Разработка полноценной технологии размножения роз различных сортов на основе метода клонального микроразмножения возможна только при комплексном решении вопросов и повышении эффективности пролиферации конгломератов, элонгации микропобегов, укоренения микрочеренков и адаптации микрорастений, что требует подбора



минерального состава питательных сред, типа и концентраций регуляторов роста, оптимизации абиотических факторов. Растения роз, полученные методом клонального микроразмножения, могут быть с успехом использованы для закладки маточных насаждений роз различных сортов. Ввиду выявленной общей для изученных сортов особенностей, выразившейся в слабом росте побегов на стадии элонгации, важным элементом является реализация её в 2 этапа, при том, что на 1 этапе к составу питательной среды добавляется гибберелловая кислота в концентрации 0,5 мг/л. Растения роз, полученные методом клонального микроразмножения, могут быть с успехом использованы для закладки маточных насаждений роз различных сортов.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Гайфутдинов Т.И., Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.79.5>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Gayfutdinov T.I., Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.79.5>

Список литературы / References

- Huang Y. Physiological and molecular responses of the root system of *indica-japonica* intersubspecific tetraploid rice seedlings to ion beam stress / Y. Huang, Q. Huang, Y. Yin et al. // Radiation Effects and Defects in Solids. — 2020. — 176. — P. 1–17.
- Rezende R.S. Callus Induction in Baru (*Dipteryx alata* Vog.) Explants / R.S. Rezende, A.M. N. Scoton, M. V. Jesus et al. // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. — 2018. — 47. — P. 538–543.
- Khosh-Khui M. *In Vitro* Culture of the Rosa Species / M. Khosh-Khui, J. Teixeira da Silva // Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues. — 2006. — Vol. II. — 571 p.
- Адрицкая Н.А. Размножение сортов роз различных групп зелеными черенками / Н.А. Адрицкая // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 190-летию со дня рождения И.А. Стебута; — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2023. — С. 3–5.
- Бардакова С.А. Ароматные садовые розы для озеленения и создания зон аэрофитотерапии / С.А. Бардакова // Природообустройство. — 2024. — 3. — С. 112–116.
- Бутенко Р.Г. Биология культивируемых клеток и биотехнология растений / Р.Г. Бутенко. — Москва: Наука, 1991. — 280 с.
- Егорова Н.А. Биотехнология эфиромасличных растений: создание новых форм и микроразмножение *in vitro* / Н.А. Егорова. — Симферополь: Автограф, 2021. — 315 с.
- Корнацкий С.А. Актуальные вопросы повышения результативности и воспроизводимости конечных этапов клонального микроразмножения сахарной свёклы / С.А. Корнацкий, М.В. Кузьмина // Сахар. — 2024. — 6. — С. 45–50.
- Серебрякова Ж.С. Подходы к повышению эффективности элонгации и укоренения роз *Scarlet Mercedes Kordana in vitro* / Ж.С. Серебрякова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии: сборник статей / Под ред. М.И. Селионова, Л.В. Верзунова, В.В. Малородов [и др.]. — Москва: РГАУ-МСХА, 2025. — Вып. 1. — С. 541–545.
- Степаненко В.Ю. Особенности селекции роз / В.Ю. Степаненко, А.В. Лакисов, В.В. Лакисов // Сборник статей VI Международного научно-исследовательского конкурса / Под ред. Г.Ю. Гуляева. — Пенза: Наука и Просвещение, 2024. — С. 24.

Список литературы на английском языке / References in English

- Huang Y. Physiological and molecular responses of the root system of *indica-japonica* intersubspecific tetraploid rice seedlings to ion beam stress / Y. Huang, Q. Huang, Y. Yin et al. // Radiation Effects and Defects in Solids. — 2020. — 176. — P. 1–17.
- Rezende R.S. Callus Induction in Baru (*Dipteryx alata* Vog.) Explants / R.S. Rezende, A.M. N. Scoton, M. V. Jesus et al. // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. — 2018. — 47. — P. 538–543.
- Khosh-Khui M. *In Vitro* Culture of the Rosa Species / M. Khosh-Khui, J. Teixeira da Silva // Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues. — 2006. — Vol. II. — 571 p.
- Adritskaya N.A. Razmnozhenie sortov roz razlichnikh grupp zelenimi cherenkami [Propagation of Rose Cultivars from Different Groups by Softwood Cuttings] / N.A. Adritskaya // Priorities for the Development of the Agricultural Sector in the Context of Digitalization and Structural Changes in the National Economy: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference of the Teaching Staff, Dedicated to the 190th Anniversary of the Birth of I.A. Stebut; — Saint Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University, 2023. — P. 3–5. [in Russian]
- Bardakova S.A. Aromatny'e sadovy'e rozy' dlya ozeleneniya i sozdaniya zon aefrofitoterapii [Fragrant garden roses for landscaping and the creation of areas of aerial phytotherapy] / S.A. Bardakova // Environmental management. — 2024. — 3. — P. 112–116. [in Russian]



6. Butenko R.G. *Biologiya kul'tiviruemy'x kletok i biotexnologiya rastenij* [Biology of cultivated cells and plant biotechnology] / R.G. Butenko. — Moscow: Nauka, 1991. — 280 p. [in Russian]
7. Egorova N.A. *Biotexnologiya e'firomaslichny'x rastenij: sozdanie novy'x form i mikrorazmnozhenie in vitro* [Biotechnology of essential oil plants: creation of new forms and micro-propagation *in vitro*] / N.A. Egorova. — Simferopol': Avtograf, 2021. — 315 p. [in Russian]
8. Kornaczkiy S.A. Aktual'ny'e voprosy' povy'sheniya rezul'tativnosti i vosproizvodimosti konechny'x e'tapov klonal'nogo mikrorazmnozheniya saxarnoj svyokly' [Topical issues of increasing the effectiveness and reproducibility of the final stages of clonal micropropagation of sugar beet] / S.A. Kornaczkiy, M.V. Kuz'mina // Sugar. — 2024. — 6. — P. 45–50. [in Russian]
9. Serebryakova Zh.S. Podkhodi k povisheniyu effektivnosti elongatsii i ukoreneniya roz *Scarlet Mercedes Kordana in vitro* [Approaches to improving the efficiency of elongation and rooting of roses *Scarlet Mercedes Kordana in vitro*] / Zh.S. Serebryakova // International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists dedicated to the 160th anniversary of the Timiryazev Academy: collection of articles / Ed. by M.I. Selionova, L.V. Verzunova, V.V. Malorodov [et al.]. — Moscow: RGAU-MSKhA, 2025. — Iss. 1. — P. 541–545. [in Russian]
10. Stepanenko V.Yu. Osobennosti selektsii roz [Features of rose breeding] / V.Yu. Stepanenko, A.V. Lakisov, V.V. Lakisov // Proceedings of the VI International Research Competition / Ed. by G.Yu. Gulyaev. — Penza: Nauka i Prosveshchenie, 2024. — P. 24. [in Russian]