

ОЦЕНКА МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА IN VITRO ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *SEDUM* L.

О.В. ЗУДОВА, М.Ю. ЧЕРЕДНИЧЕНКО

(РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Представители рода Sedum L. – важные декоративные, медоносные и лекарственные растения. Sedum selskianum Regel & Maack and Sedum lydium Boiss широко используются в ландшафтном дизайне, включая создание «зеленых крыш». Выращивание этих видов in vitro, в отличие от традиционного размножения в поле или в теплице, позволяет получать генетически однородный и оздоровленный материал в течение всего года, несмотря на условия окружающей среды.

*Цель данного исследования – оценка морфогенетического потенциала in vitro двух видов рода Sedum (*S. selskianum* и *S. lydium*). Лучшим вариантом питательной среды для культивирования обоих видов оказалась питательная среда Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением 0,5 мг/л ИУК или 2,0 мг/л БАП. У обоих исследованных видов нет различий по эффективности введения в культуру in vitro черенков с листьями или без листьев.*

*Во время клонального митоза *S. lydium* отличался более медленным ростом, чем *S. selskianum*. При этом не имело значения, какое вещество ауксиновой природы (НУК, ИУК, ИМК) добавляли в питательную среду. Снятие апикального доминирования не приводило к интенсивному пробуждению пазушных почек.*

*Эффективность каллусогенеза у *S. lydium* в большинстве случаев была выше, чем у *S. selskianum*. Добавление НУК в питательную среду имело положительный эффект на частоту каллусогенеза *S. selskianum*. В качестве первичного экспланта для побегообразования у *S. selskianum* можно рекомендовать сегменты междоузлий, а в случае *S. lydium* – помимо сегментов междоузлий, еще и узлы. Высокая частота каллусогенеза при использовании узловых эксплантов *S. lydium* позволила получить значительную эффективность стеблевого органогенеза почти на всех вариантах сред (в среднем, 55-85 %), за исключением сред с низкой концентрацией цитокининов.*

*Очитки, выращенные на питательной среде с высокими значениями рН, подвержены контаминации. Поэтому для культивирования in vitro обоих видов рода *Sedum* можно рекомендовать рН 4-6.*

Ключевые слова: *Sedum selskianum*, *Sedum lydium*, культура in vitro, морфогенез, каллусогенез, стеблевой органогенез, очитки, Crassulaceae.

Представители семейства *Crassulaceae J.St.-Hil.* (Толстянковые) – многолетние травянистые растения, редко полукустарники и кустарники, листовые суккуленты. Некоторые из них являются засухоустойчивыми почвопокровными растениями, которые широко используются в ландшафтном дизайне [7, 8]. Род *Sedum* L. (очиток)

распространен в пределах Голарктики, преимущественно в субтропической и умеренной зонах Евразии [3, 15]. Представители рода являются ценными декоративными, медоносными, лекарственными растениями. В официальной медицине виды рода *Sedum* используются в качестве адаптогенного, ранозаживляющего и стресс-протекторного средства [13, 14, 16]. В настоящее время широко развивается декоративное садоводство: озеленение приусадебных участков, городов, проектирование «зеленых крыш». В связи с этим остро встает вопрос о достаточном количестве посадочного материала тех видов растений, которые используются в подобных работах. К базовым видам относятся представители рода *Sedum* L. [11].

Одним из современных методов размножения растений является клональное микроразмножение *in vitro*. В его основе лежит способность растительной клетки реализовывать присущую ей тотипотентность. Этот способ позволяет круглогодично и в короткие сроки получать большое количество посадочного материала [2].

Наибольшее количество исследований *in vitro* представителей семейства *Crassulaceae* проводилось на родиоле розовой. Так, М.А. Абдыкальков (2010) в качестве эксплантов использовал сегменты корня, гипокотили, семядольных и настоящих листьев [1]. Экспланты помещали на питательные среды с добавлением индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) и кинетина в разных концентрациях. Наилучшим вариантом для индукции каллусогенеза оказалась среда Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением 2 мг/л ИУК и 0,2 мг/л кинетина. В работе А.П. Новаковской (2014) в качестве эксплантов использовались сегменты различных частей растения – листьев, стеблей, корневищных почек. Для прямого органогенеза наилучшим вариантом была среда МС с добавлением ИУК и БАП [12]. В работах М.М. Ишмуратовой (1996, 2009 г.) были изучены различные режимы стерилизации первичных эксплантов, а также возможности индукции каллусо- и побегообразования [5, 6]. Было выявлено, что 5 %-ная вытяжка из корневищ родиолы розовой дает увеличение надземных побегов в 1,5 раза по сравнению с контролем, а 10%-ная ведет к снижению жизнеспособности и в дальнейшем к гибели растений. Купешев с соавт. (2015 г.) индуцировал рост корневищных почек на среде МС, обогащенной аминокислотами и гидролизатом казеина, с добавлением зеатина [9].

Ряд исследователей проводили культивирование *in vitro* различных видов рода *Sedum*. Так, Yang с соавт. (2012) изучали культивирование *in vitro* отитка видного *Sedum spectabile* [17]. Стерилизацию проводили в течение 10 с 70 %-ным раствором этанола с последующей обработкой 0,1%-ным раствором хлорида ртути (II) в течение 8 мин. Экспланты помещали на среду МС с различной концентрацией 6-бензиламинопурина (БАП) или тидиазурона (ТДЗ), а также α -нафтилуксусной кислоты (НУК). В результате стеблевой органогенез был отмечен на двух типах листовых эксплантов с большей эффективностью на питательной среде, содержащей 0,2-0,6 мг/л ТДЗ и 0,1 мг/л НУК. Наниева (2013) проводила исследования отитков видного, кавказского, супротиволистного и линейного [10]. Для введения в культуру *in vitro* листья отитков обрабатывали гипохлоритом натрия, повреждали по направлению жилок и помещали на среду МС с добавлением 1,0 мг/л ИУК и 1,0 мг/л кинетина. На десятый день образовывался каллус. Также работы с отитком супротиволистным проводились Гребцовой с соавт. (2015) [4]. Стерилизацию растительного материала проводили гипохлоритом натрия в течение 20 мин, проростки и листья искусственно травмировали и помещали в колбы с жидкой средой МС. В дальнейшем получали суспензионную культуру.

Целью данной работы являлось введение в культуру *in vitro* и морфогенетическая характеристика двух представителей рода *Sedum* L.: очиток лидийский (*Sedum lydium* Boiss.) и очиток Сельского (*Sedum selskianum* Regel & Maack).

Материалы и методы

При подборе оптимального режима стерилизации проводили обработку черенков (с настоящими листьями и с удалением настоящих листьев) *S. lydium* и *S. selskianum* 0,1%-ным раствором хлорида ртути (II) в течение 3 и 5 мин. Затем растения дважды отмывали в стерильной дистиллированной воде и помещали на питательную среду МС без добавления фитогормонов и регуляторов роста, а также МС с добавлением 0,5 мг/л ИУК и МС с добавлением 1 мг/л или соответственно 2 мг/л БАП.

Полученные асептические растения после образования трех-четырёх узлов подвергали клональному микроразмножению, помещая черенки на питательную среду МС с добавлением ИУК, НУК или индолил-3-масляной кислоты (ИМК) в концентрации 0,5 мг/л. Было изучено влияние гормонального состава среды на динамику роста растений *S. lydium* и *S. selskianum*.

Для характеристики морфогенного потенциала исследуемых растений экспланты (сегменты настоящих листьев, сегменты междоузлий, узлы) помещали на среду МС с добавлением следующих фитогормонов и регуляторов роста: 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) в концентрации 1 или, соответственно, 2 мг/л; различные сочетания веществ ауксиновой и цитокининовой природы: 0,5 мг/л ИУК + 1,0 мг/л БАП, 0,1 мг/л ИУК + 3 мг/л БАП, 0,5 мг/л НУК + 1,0 мг/л БАП, 0,1 мг/л НУК + БАП 3 мг/л, 3 мг/л БАП; контроль (МС без добавления фитогормонов и регуляторов роста). Эффективность каллусогенеза характеризовали долей эксплантов, образующих каллусную ткань, а частоту стеблевого органогенеза – долей последних, образующих побеги.

Для изучения влияния pH черенки очитков были посажены на среду МС, доведенную с помощью КОН или соответственно HCl до различного уровня кислотности (pH 4, 5, 6, 7, 8) с добавлением 0,5 мг/л ИУК. Учитывалась динамика роста.

Статистическую обработку данных проводили методами вариационной статистики и дисперсионного анализа. В таблицах и на графиках приведены средние арифметические значения с указанием доверительных интервалов.

Результаты и обсуждение

Для введения в культуру *in vitro* в качестве первичного экспланта использовали черенки растений *S. lydium* и *S. selskianum*. Опытные варианты включали в себя два типа черенков: с настоящими листьями и без настоящих листьев, а также четыре варианта состава питательной среды. В контрольном варианте без добавления фитогормонов и регуляторов роста, а также в варианте с добавлением в питательную среду 1 мг/л БАП получить асептические растения не удалось. Эффективность стерилизации после помещения на питательные среды другого гормонального состава представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Выход асептических растений *Sedum* spp. после стерилизации 0,1 %-ным раствором хлорида ртути (II), %

Вид	Наличие листьев	Экспозиция, мин	Гормональный состав питательной среды	
			ИУК, 0,5 мг/л	БАП, 2 мг/л
<i>S. lydium</i>	+	3	50	50
		5	50	25
	-	3	25	50
		5	25	25
<i>S. selskianum</i>	+	3	50	25
		5	25	25
	-	3	0	0
		5	0	0

Таблица 2

Эффективность стерилизации *Sedum* spp. 0,1 %-ным раствором хлорида ртути (II), контаминированных растений, %

Вид	Наличие листьев	Экспозиция, мин	Гормональный состав питательной среды			
			контроль	ИУК, 0,5 мг/л	БАП, 1 мг/л	БАП, 2 мг/л
<i>S. lydium</i>	+	3	0	25	0	50
		5	0	25	25	0
	-	3	0	25	0	50
		5	50	0	50	0
<i>S. selskianum</i>	+	3	0	75	0	25
		5	25	0	25	25
	-	3	0	0	0	0
		5	0	0	50	0

В результате проведения четырехфакторного дисперсионного анализа было установлено, что существенные различия ($F_{\text{факт}} > F_{0,05}$) имеются только по фактору «гормональный состав среды» (см. табл. 1). Наименьшая существенная разность ($HCP_{0,05}$) при этом составила 45,05.

Аналогичный дисперсионный анализ, проведенный по показателю степени контаминации, не выявил существенных различий ни по одному из рассмотренных факторов (см. табл. 2).

Исходя из данных табл. 1, 2, следует отметить, что наилучшим вариантом состава среды для культивирования черенков *S. lydium* и *S. selskianum* после стерилизации является добавление в питательную среду МС 0,5 мг/л ИУК или 2 мг/л БАП (рис. 1). При этом необходимо заметить, что на варианте среды МС + 2 мг/л БАП органогенезу предшествовала непродолжительная стадия каллусогенеза. В целом эти данные могут свидетельствовать об относительно высоком содержании эндогенных ауксинов.

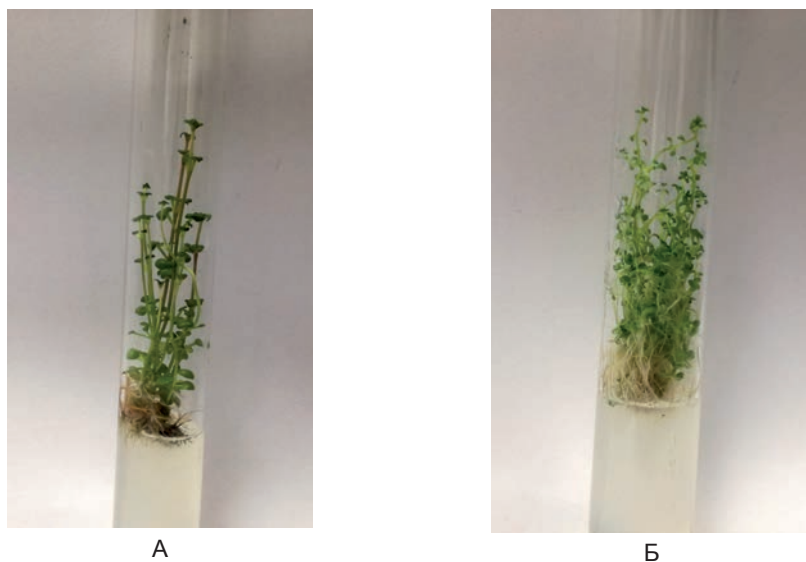


Рис. 1. Растения очитка на питательной среде МС + 0,5 мг/л ИУК:
а – *S. selskianum*, б – *S. lydium*

Клональное микроразмножение *S. lydium* и *S. selskianum* проводили на питательной среде МС с добавлением различных веществ ауксиновой природы в одинаковой концентрации (табл. 3).

Таблица 3

Прирост побегов очитков в зависимости от гормонального состава питательной среды, мм

Вид	Гормональный состав питательной среды		
	ИУК, 0,5 мг/л	ИМК, 0,5 мг/л	НУК, 0,5 мг/л
<i>S. selskianum</i>	11,2 ± 0,6	10,5 ± 1,5	12,8 ± 1,6
<i>S. lydium</i>	2,2 ± 0,4	2,0 ± 0,4	4,0 ± 0,7

Как следует из табл. 3, *S. lydium* на изученных вариантах питательных сред демонстрировал более низкий темп прироста *in vitro* по сравнению с очитком Сельского. При этом достоверных различий в приросте побегов *S. selskianum* по вариантам гормонального состава отмечено не было.

Для проведения опыта по индукции каллусогенеза и органогенеза на каждый вариант гормонального состава среды (восемь вариантов) помещали два типа эксплантов (*S. lydium* – сегменты междоузлий и узлы (в связи с крайне малым размером настоящих листьев; *S. selskianum* – сегменты настоящих листьев и междоузлий). В контроле (питательная среда МС без добавления фитогормонов и регуляторов роста), а также в варианте с добавлением 2,4-Д (1 и 2 мг/л) каллусообразование полностью отсутствовало, как и морфогенез – экспланты не развивались и в течение двух недель погибали. На других вариантах питательных сред отмечали активное образование каллуса, за которым следовал стеблевой органогенез (табл. 4, 5).

Таблица 4

Эффективность каллусогенеза и органогенеза у *S. selskianum*

Гормональный состав питательной среды	Эффективность каллусогенеза, %		Эффективность стеблевого органогенеза, %	
	сегменты междоузлий	сегменты листьев	сегменты междоузлий	сегменты листьев
БАП, 1 мг/л + ИУК, 0,5 мг/л	37,5 ± 4,9	0	50,0 ± 0	0
БАП, 1 мг/л + НУК, 0,5 мг/л	75,0 ± 18,8	78,1...96,9	30,0 ± 29,3	0
БАП, 3 мг/л + ИУК, 0,1 мг/л	0	15,0 ± 5,7	33,3 ± 32,6*	0
БАП, 3 мг/л + НУК, 0,1 мг/л	47,5 ± 4,9	50,0 ± 24,0	70,0 ± 29,3	0
БАП, 3 мг/л	47,5 ± 4,9	50,0 ± 24,0	33,3 ± 6,5	6,8...19,8

* Прямой органогенез.

Таблица 5

Эффективность каллусогенеза и органогенеза у *S. Lydium*

Гормональный состав питательной среды	Эффективность каллусогенеза, %		Эффективность стеблевого органогенеза, %	
	сегменты междоузлий	узлы	сегменты междоузлий	узлы
БАП, 1 мг/л + ИУК, 0,5 мг/л	80,0 ± 19,6	100,0	0	15,0 ± 7,1
БАП, 1 мг/л + НУК, 0,5 мг/л	85,0 ± 9,8	90,0...99,7	15,0 ± 9,8	0
БАП, 3 мг/л + ИУК, 0,1 мг/л	35,0 ± 9,8	45,0 ± 9,8	83,0 ± 33,3	77,5 ± 4,9
БАП, 3 мг/л + НУК, 0,1 мг/л	90,0...99,7	80,5...90,1	58,0 ± 15,7	55,0 ± 9,8
БАП, 3 мг/л	45,0 ± 9,8	40,0 ± 19,6	75,0 ± 0	85,0 ± 9,8

По данным, табл. 4, 5, у отитка лидийского эффективность каллусогенеза в большинстве вариантов питательных сред была выше, чем у отитка Сельского. При этом у *S. selskianum* добавление в питательную среду в качестве ауксинового компонента НУК давало достоверное преимущество по сравнению с питательными средами с ИУК. У *S. lydium* схожие различия нивелировались только при низкой концентрации цитокининового компонента (1 мг/л БАП).

Как видно в табл. 4, стеблевой органогенез в культуре каллусных клеток, полученных из сегментов настоящих листьев *S. selskianum*, удалось индуцировать только на питательной среде МС с добавлением 3 мг/л БАП. При этом эффективность органогенеза из каллуса стеблевого происхождения (рис. 2) сильно колебалась по вариантам, не позволяя установить достоверные различия между вариантами.

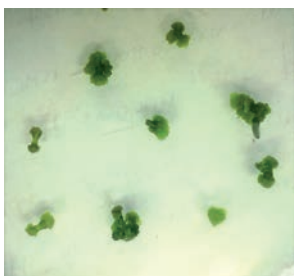


Рис. 2. Каллусогенез у *S. lydium* на питательной среде МС с добавлением 0,5 мг/л ИУК + 1 мг/л БАП

Высокий выход каллуса при использовании узловых эксплантов *S. lydiium* позволил в дальнейшем обеспечить значительную эффективность стеблевого органогенеза почти на всех вариантах сред (в среднем, 55-85 %), за исключением сред с низкой концентрацией цитокининового компонента (0-15 %, см. табл. 5, рис. 3).

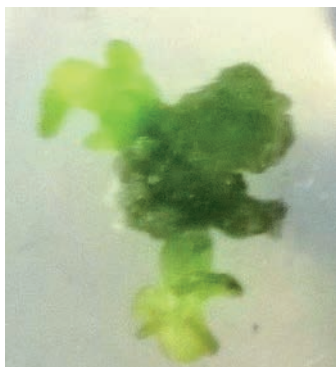


Рис. 3. Органогенез у *S. lydiium* на питательной среде МС с добавлением 0,5 мг/л ИУК и 1 мг/л БАП

Для изучения влияния pH среды на рост и развитие *S. lydiium* и *S. selskianum* растения помещали на среду МС с добавлением 0,5 мг/л ИУК при различном уровне кислотности – pH 4-8 (рис. 4).

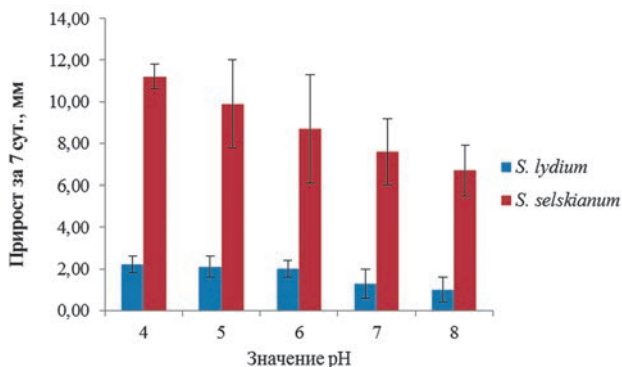


Рис. 4. Зависимость прироста побегов *S. lydiium* и *S. selskianum* от уровня кислотности питательной среды

Как видно на рис. 4, для *S. lydiium* невозможно выявить лучшую среду, так как доверительные интервалы в диапазоне pH 4-7 перекрываются, можно только констатировать, что pH 8 неблагоприятно сказывается на росте растений при высокой частоте контаминации (40 %). Для *S. selskianum* к такому же негативному результату приводит культивирование на средах с pH 7 и 8 (контаминация 20 и 30%, соответственно), т. е. в нейтральных и слабощелочных условиях.

Выводы

1. Наилучшим вариантом для введения изучаемых видов очитков в культуру *in vitro* является питательная среда Мурасиге и Скуга с добавлением 0,5 мг/л ИУК или 2 мг/л БАП.

2. *S. lydium* на изученных вариантах питательных сред демонстрирует более низкий темп прироста *in vitro* по сравнению с *S. selskianum*.

3. Очиток лидийский обладает более высокой способностью к каллусогенезу, чем очиток Сельского. Для индукции стеблевого органогенеза у очитка Сельского можно рекомендовать использовать в качестве первичного экспланта сегменты междоузлий, для очитка лидийского помимо сегментов междоузлий эффективно использовать узловые экспланты.

4. Для культивирования *S. lydium* и *S. selskianum in vitro* следует использовать питательные среды с рН в диапазоне 4-6, что приводит к росту побегов при низкой частоте контаминации.

Библиографический список

1. Абдыкалыков М.А. Каллусная культура родиолы розовой // Вестн. Павлодарского гос. ун-та 2010. № 3. С. 80-85.

2. Бабикова А.В., Горпеченко Т.Ю., Журавлев Ю.Н. Растение как объект биотехнологии // Комаровские чтения. 2007. Вып. 55. С. 184-211.

3. Гончарова С.Б. Некоторые закономерности распространения видов и биоморф представителей рода *Sedum L.* // Тр. ботанических садов российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1999. Вып. 1. С. 80-87.

4. Гребцова С.А., Рехвиашвили Э.И., Кабулова М.Ю., Айлярова М.К. Очиток супротиволистный – биотехнологические аспекты получения каллусных культур // Электронный науч. журн. «Аргіогі. Серія: естественные и технические науки». 2015. Вып. 5. С. 1-8.

5. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Некоторые направления и итоги исследований редких видов флоры Республики Башкортостан // Вест. Удмуртского ун-та. 2009. Вып. 1. с. 59-72.

6. Ишмуратова М.М. Влияние экстрактов родиолы розовой на развитие эксплантов родиолы розовой и ирмельской в культуре *in vitro* // Биотехнология. 2002. № 6. С. 52-56.

7. Клюйков Е.В., Госсе Д.Д. Очитки и очитники. М., 2006. 48 с.

8. Коновалова Т.Ю., Шевырева Н.А. Очитки и другие толстянковые. М.: Кладезь-Букс, 2006. 95 с.

9. Купешев Ж.С., Райзер О.Б., Тагиманова Д.С., Абдрашева К.К., Данилова А.Н., Хатилина О.Н. Введение родиолы розовой в культуру *in vitro* // 19-я Международная Пуцинская школа-конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века». Пушино, 2015. С. 28.

10. Наниева Л.Б. Получение и цитологический анализ каллусной культуры очитков *in vitro* // Аграрный вест. Урала. 2013. Вып. 10 (116). С. 15-17.

11. Нефедов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. СПб, 2002. 294 с.

12. Новаковская А.П. Некоторые аспекты введения в культуру *in vitro* родиолы розовой: матер. Междунар. конф. «Сейфуллинские чтения-10». 2014. Т.1, Ч.1. С. 69-71.

13. Mavi A., Terzi Z., Özgen Yildirim A., Coşkun M. Antioxidant Properties of Some Medicinal Plants: Prangos ferulacea (*Apiaceae*), *Sedum sempervivoides* (*Crassulaceae*),

Malva neglecta (*Malvaceae*), Cruciata taurica (*Rubiaceae*), Rosa pimpinellifolia (*Rosaceae*), Galium verum subsp. verum (*Rubiaceae*), Urtica dioica (*Urticaceae*) // Biological and Pharmaceutical Bulletin. 2004. Vol. 27 (5). P. 702-705.

14. Ruffa M.J., Ferraro G., Wagner M.L., Calcagno M.L., Campos R.H., Cavallaro L. Cytotoxic effect of Argentine medicinal plant extracts on human hepatocellular carcinoma cell line // Journal of Ethnopharmacology. 2002. Vol. 79. P. 335-339.

15. Stephenson, R. Sedum: cultivated stonecrops. Portland, Oregon: Timber Press Inc. 1994. 335 p.

16. Wang L., Mei Q., Wan D. Simultaneous Determination by HPLC of Quercetin and Kaempferol in Three Sedum Medicinal Plants Harvested in Different Seasons // Journal of Chromatographic Science. 2014. Vol. 52. P. 334-338.

17. Yang C., Qin Y., Sun X., Yuan S., Lin, H. Propagation of *Sedum spectabile* Boreau in leaf culture in vitro // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2012. Vol. 40(1). P. 107-112.

EVALUATING *IN VITRO* MORPHOGENETIC POTENTIAL OF THE GENUS *SEDUM* L. REPRESENTATIVES

O.V. ZUDOVA, M.YU. CHEREDNICHENKO

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

Representatives of the genus Sedum L. are valuable ornamental, melliferous and medicinal plants. Sedum selskianum Regel & Maack and Sedum lydium Boiss are widely used in landscaping including green roof construction. The in vitro growing of these species as opposed to the conventional propagation in the field or in the greenhouse allows obtaining genetically homogeneous and pathogen-free material all the year round, regardless of environmental factors.

*The aim of this research was to evaluate in vitro morphogenetic potential of two Sedum species (*S. sel-skianum* and *S. lydium*). Murashige and Skoog (MS) basal medium with addition of 0.5 mg/l IAA or 2,0 mg/l BAP has proved to be the best nutrient medium composition for cultivation of both species after the cutting sterilization. Besides, no difference has been found between efficiency of in vitro introduction of cuttings with leaves or without them for both studied species.*

*During clonal micropropagation *S. lydium* has demonstrated less growth rate than *S. selskianum*. More-over, it is irrelevant which auxin type (NAA, IAA, IBA) has been added into nutrient medium. The removal of apical dominance has not resulted in awakening of axillary buds.*

*The *S. lydium* efficiency of callusogenesis has not been in most cases higher than that of *S. selskianum*. NAA addition to the nutrient basal medium had a positive effect on the callusogenesis frequency of *S. sel-skianum*. Internode segments have been recommended as primary explants type for induction of *S. sel-skianum* shoot formation, in case of *S. lydium* nodes as well as internode segments. High callusogenesis rate in using *S. lydium* nodal explants has allowed to obtain significant efficiency of shoot organogenesis almost for all media types (in average, 55-85 %), with an exception of media with low concentration of cytokinins.*

Stonecrops grown in the nutrient medium with higher pH-value have been susceptible to

contamination. Thereby pH-values within 4...6 are recommended for in vitro cultivation of both *Sedum* species.

Key words: *Sedum selskianum*, *Sedum lydium*, in vitro culture, morphogenesis, callusogenesis, shoot or-ganogenesis, stonecrop, *Crassulaceae*.

References

1. *Abdykalykov M.A.* Kallusnaya kultura rodioly rozovoy [Callus culture of rhodiola rosea] // Vestnik Pavlodarskogo gosudarstvennogo universiteta. 2010. Vol. 3. Pp. 80-85.
2. *Babikova A.V., Gorpechenko T.Yu., Zhuravlev Yu.N.* Rastenie kak obekt biotekhnologii [A plant as an object of biotechnology] // Komarovskie chteniya. 2007. Vol. 55. Pp. 184-211.
3. *Goncharova S.B.* Nekotorye zakonomernosti rasprostraneniya vidov i biomorf predstaviteley roda *Se-dum* L. [Some regularities of distribution of species and biomorphs of the genus *Sedum* L. representatives] // Trudy botanicheskikh sadov rossiyskogo Dalnego Vostoka. Vladivostok: Dalnauka, 1999. Vol. 1. Pp. 80-87.
4. *Grebtsova S.A., Rekhviashvili E.I., Kabulova M.Yu., Aylyarova M.K.* Ochitok suprotivolistnyy – bio-tekhnologicheskie aspekty polucheniya kallusnykh kultur [Sulfophosphate purification - biotechnological aspects of obtaining callus cultures] // Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Apriori. Seriya: estestvennye i tekhnicheskie nauki». 2015. Vol. 5. Pp. 1-8.
5. *Ishbirdin A.R., Ishmuratova M.M.* Nekotorye napravleniya i itogi issledovaniy redkikh vidov flory Re-spubliki Bashkortostan [Some directions and results of studies of rare flora species of the Republic of Bash-kortostan] // Vestnik Udmurtskogo universiteta. 2009. Vol. 1. Pp. 59-72.
6. *Ishmuratova M.M.* Vliyanie ekstraktov rodioly rozovoy na razvitie eksplantov rodioly rozovoy i iremelskoy v kulture in vitro [Influence of extracts of rhodiola rosea on the development of explants of rho-diola rosea and irremel in culture in vitro] // Biotekhnologiya. 2002. № 6. Pp. 52-56.
7. *Klyuykov E.V., Gosse D.D.* Ochitki i ochitniki [Cleansers and crassulae]. M., 2006. 48 p.
8. *Konovalova T.Yu., Shevyreva N.A.* Ochitki i drugie tolstyankovye [Stonecrops and other thick-flecked plants]. M.: Kladez-Buks, 2006. 95 p.
9. *Kupeshev Zh.S., Rayzer O.B., Tagimanova D.S., Abdrasheva K.K., Danilova A.N., Khapilina O.N.* Vvedenie rodioly rozovoy v kul'turu in vitro [On the introduction of rhodiola rosea into culture in vitro] // 19-ya Mezhdunarodnaya Pushchinskaya shkola-konferentsiya molodykh uchenykh «Biologiya – nauka XXI veka». Pushchino, 2015. P. 28.
10. *Nanieva L.B.* Poluchenie i tsitologicheskiy analiz kallusnoy kultury ochitkov in vitro [Obtaining and cytological analysis of the callus culture of stonecrops in vitro] // Agrarnyy vestnik Urala. 2013. Vol. 10 (116). Pp. 15-17.
11. *Nefedov V.A.* Landshaftnyy dizayn i ustoychivost sredy [Landscaping and environmental sustainabil-ity]. SPb., 2002. 294 p.
12. *Novakovskaya A.P.* Nekotorye aspekty vvedeniya v kulturu in vitro rodioly rozovoy [Some aspects of introduction of rhodiola rosea into culture in vitro] // Materialy mezhd. konf. «Seyfullinskie chteniya-10». 2014. Vol. 1, Issue 1. Pp. 69-71.
13. *Mavi A., Terzi Z., Özgen, Yildirim A., Coşkun M.* Antioxidant Properties of Some Medicinal Plants: *Prangos ferulacea* (*Apiaceae*), *Sedum sempervivoides* (*Crassulaceae*), *Malva neglecta* (*Malvaceae*), *Cruciata taurica* (*Rubiaceae*), *Rosa pimpinellifolia* (*Rosaceae*),

Galium verum subsp. *verum* (*Rubiaceae*), *Urtica dioica* (*Urticaceae*) // Biological and Pharmaceutical Bulletin. 2004. Vol. 27 (5). Pp. 702-705.

14. *Ruffa M.J., Ferraro G., Wagner M.L., Calcagno M.L., Campos R.H., Cavallaro L.* Cytotoxic effect of Argentine medicinal plant extracts on human hepatocellular carcinoma cell line // Journal of Ethnopharmacology. 2002. Vol. 79. Pp. 335-339.

15. *Stephenson R.* Sedum: cultivated stonecrops. Portland, Oregon: Timber Press Inc. 1994. 335 p.

16. *Wang L., Mei Q., Wan D.* Simultaneous Determination by HPLC of Quercetin and Kaempferol in Three Sedum Medicinal Plants Harvested in Different Seasons // Journal of Chromatographic Science. 2014. Vol. 52. Pp. 334-338.

17. *Yang C., Qin Y., Sun X., Yuan S., Lin H.* Propagation of Sedum spectabile Bureau in leaf culture in vi-tro // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2012. Vol. 40(1). Pp. 107-112.

Зудова Ольга Владимировна, студент магистратуры, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, Тимирязевская ул., 49, e-mail: zudova94@gmail.com).

Чердниченко Михаил Юрьевич, доц. кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, канд. биол. наук, доц. ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, Тимирязевская ул., 49, e-mail: michael.tsch@gmail.com).

Olga V. Zudova – MSc student, Russian Timiryazev State Agrarian University, (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; e-mail: zudova94@gmail.com).

Mikhail Yu. Cherednichenko – associate professor, the Department of Genetics, Biotechnology, Plant Breeding and Seed Production, PhD in Biotechnology, associate professor (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; e-mail: michael.tsch@gmail.com).