

из перспективных направлений селекции тыквенных культур в связи с отсутствием универсальных протоколов. Следовательно, необходимо изучение отдельных факторов, оказывающих влияние на эффективность эмбриогенеза.

Библиографический список:

1. Калинина Н.В., Головкин С.Г., Ионова Е.В. Методы получения гаплоидов в клеточной селекции озимой пшеницы (обзор) // *Зерновое хозяйство России*. 2020. №6(72). С.56-63.
2. Осминина Е.В., Соловьева Ю.А. Изучение и оптимизация технологии создания удвоенных гаплоидов *Cucurbitaceae* в культуре изолированных семязачатков // *Сборник студенческих научных работ*. 2020. №27 Ч.2 с.322-325.
3. Уразалиев К.Р. Гаплоидные технологии в селекции растений // *Биотехнология. Теория и практика*. 2015. №3. С.33-43.
4. Ушанов А.А., Монахов С.Г., Миронов А.А., Воронина А.В., Вишнякова А.В., Смирнова Д.С., Зубко О.Н. Селекция F1 тыквенных культур: учебно-методическое пособие. М.: МЭСХ, 2020 – 75 с.
5. Шмыкова Н.А., Химич Г.А., Коротцева И.Б., Домблидес Е.А. Перспективы получения удвоенных гаплоидов растений семейства *Cucurbitaceae*. *Овощи России*. 2015;(3-4):28-31.
6. Bohanec V. Doubled haploids via gynogenesis // *Advances in haploid production in higher plants*. – Springer, Dordrecht, 2009. – С. 35-46.
7. Kasha K. J. Simion E., Oro R., Yao Q. A., Hu T. C., Carlson A. R. An improved *in vitro* technique for isolated microspore culture of barley // *Euphytica*. 2001. Vol. 120. Pp. 379–385.

УДК 581.143.6

СОЗДАНИЕ ПРОТОКОЛА КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ *CATTLEYA GASKELLIANA* (N.E.BR.) B.S.WILLIAMS

Хуссиен Мусаб: аспирант 1 курса института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, muthab.hussien95@gmail.com

Орлова Елена Евгеньевна: к.с.-х.н., доцент института садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, elena.orlova@rgau-msha.ru

Аннотация: Данная работа посвящена разработке протокола клонального микроразмножения *Cattleya gaskelliana*. На питательной среде $\frac{1}{2}$ MS, содержащей 0,5 мг/л 6-БАП и 50 г/л бананового пюре наблюдали наибольший коэффициент размножения. На этапе укоренения оптимальная питательная среда оказалась $\frac{1}{2}$ MS (Murashige and Skoog 1962), содержащая 1,0 мг/л ИУК с добавлением 50 г/л бананового пюре.

Ключевые слова: *Orchidaceae*, протокормы, регуляторы роста, органические добавки

Представители рода Каттлея ценятся своими крупными, необычными, ярко окрашенными, часто ароматными цветками. Его виды пользуются высоким спросом на рынке в качестве срезанных цветов и комнатных растений и называются "Королевами цветов". Таким образом, их приобретение и размножение имеет коммерческий интерес [1].

Каттлея гаскеллиана (*Cattleya gaskelliana*) - один из наиболее красивых представителей рода Каттлея. Цветки этого вида крупные, диаметром иногда более 10 см и сравнимы по размерам с цветками *C. warszewiczii*. Доли околоцветника пурпурно-фиолетовые с белым оттенком. Они знамениты своим интенсивным ростом, цветки иногда появляются менее чем через два месяца после выхода из состояния периода покоя. Растения этого вида цветут летом с июля по сентябрь, в отличие от других орхидных. *C. gaskelliana* менее требовательна к условиям содержания, чем другие виды Каттлеи. Сегодня *C. gaskelliana* редко встречается в коллекциях ботанических садов, и поэтому заслуживает большего внимания.

Многим видам Каттлеи угрожает исчезновение из-за чрезмерного сбора и потери среды обитания, и они требуют массового размножения. Каттлеи, как и другие симподиальные растения, вегетативно размножаются путем отделения псевдобульб друг от друга при пересадке, но заставить их дать новый рост и корни может быть очень трудно, особенно у некоторых более требовательных видов. Часто это происходит из-за того, что корни разрушаются во время пересадки. Двойной шок от деления и потери всех своих корней просто вреден для псевдобульб, и они погибают [2].

В естественных условиях самой серьезной проблемой распространения Каттлеи является ограниченная всхожесть семян в случае отсутствия микоризы, которая необходима для прорастания.

Технология клонального микроразмножения рассматривается как альтернатива для получения саженцев высокого генетического и фитосанитарного качества в промышленных масштабах.

Использование органических добавок в сочетании с регуляторами роста представляется важнейшей стратегией повышения эффективности протоколов размножения растений *in vitro* [3].

Объекты и методы исследования

Исследования проведены в лаборатории биотехнологии растений Главного ботанического сада ФГБУН ГБС им. Н.В. Цицина РАН. Объектами исследований служили протокормы *C. Gaskilliana*, полученные из семян, пророщенных асимбиотическим методом на питательной среде $\frac{1}{2}$ MS без гормонов.

На этапе собственно микроразмножения протокормы культивировали на питательной среде $\frac{1}{2}$ MS с добавлением 1,0 г/л активированного угля, различных типов цитокининов (6-бензиламинопурин, тидиазурон и кинетин)

при концентрации 0,5 мг/л и разных органических добавок (100 мл/л коксовой воды, 50 г/л бананового пюре).

Через 70-90 дней культивирования оценивали следующие параметры: коэффициент размножения, число листьев, длину растений.

Маленькие проростки, длиной более 1 см, сформированные на предыдущем этапе, субкультивировали на питательной среде для укоренения, содержащей разные ауксины (индолил-3-масляная кислота, индолилуксусная кислота) в концентрациях (1,0 и 2,0 мг/л) с добавлением разных органических добавок (100 мл/л коксовой воды, 50 г/л бананового пюре, 20 г/л пюре картофеля). На данном этапе учитывали следующие показатели: длину растений, число листьев, число корней и их длину.

Исследования проводили в 4-х повторностях, каждая из которых содержала около 7 экплантов. Все культуры инкубировали при температуре $25 \pm 2^\circ\text{C}$, относительной влажности $70 \pm 5\%$, освещении 2500-3000 Лк и с фотопериоде 16/8 часов.

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием программных обеспечений Microsoft Office Excel 2016 и PAST 2.17с.

Результаты и обсуждение исследований

Модифицирование питательной среды путём использования органических добавок в сочетании с гормонами может стимулировать рост растений и увеличить количество побегов, листьев и корней. На этапе собственно микроразмножения анализ результатов показал, что добавление цитокининов и органических добавок в питательную среду MS повлияло на коэффициент размножения и морфометрические показатели протокорм-подобных тел. На питательной среде, содержащей 0,5 мг/л 6-БАП и 50 г/л бананового пюре, наблюдали наибольший коэффициент размножения (6,50 шт.) по сравнению с другими вариантами (рис.1).

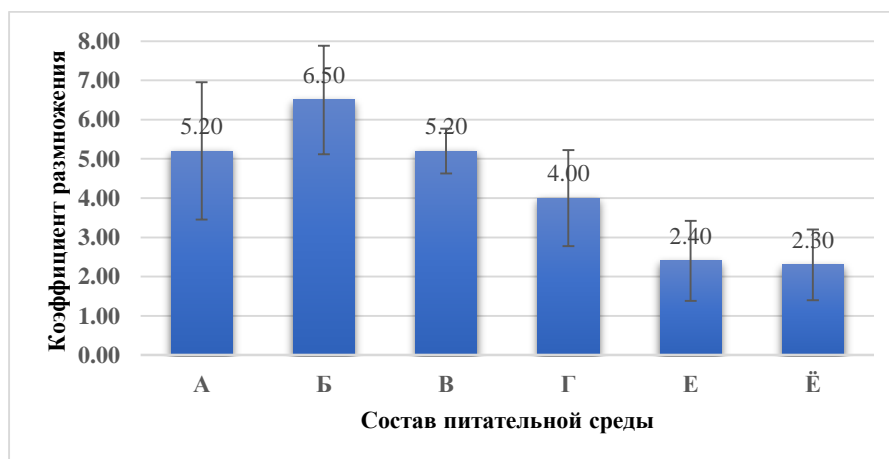


Рисунок. 1 Влияние состава питательной среды на коэффициент размножения регенерантов *C.gaskelliana*: А:6-БАП+ Коксовая вода; Б:6-БАП+ Банановое пюре; В: ТДЗ+ Коксовая вода; Г: ТДЗ+ Банановое пюре; Д: КИН+ Коксовая вода; Е:КИН+ Банановое пюре на этапе собственно микроразмножения (НСР₀₅ 1,20)

В то же время при применении ТДЗ совместно с кокосовой водой наблюдали увеличение высоты проростов и числа листьев. Это может быть связано с элементами, содержащимися в кокосовой воде, включая растительные гормоны, такие как цитокины, которые стимулируют формирование листьев. Также было обнаружено, что использование ТДЗ может индуцировать органогенез и высокую частоту прямого соматического эмбриогенеза и является более эффективным, чем БАП, у других видов орхидей, как фаленопсис и доритаенопсис [4].

Чтобы выжить *ex vitro*, проростки должны достичь определённой стадии роста с подходящим количеством листьев и мощной корневой системой с учётом количества и длины корней. Успешное укоренение проростков и количество корней на растении являются ключевыми факторами для акклиматизации Каттлеи.

На этапе укоренения результаты показали, что использование органических добавок значительно повлияло на показатели корневой системы. На питательной среде, содержащей банановое пюре и 1,00 мг/л ИУК, формировалась более развитая корневая система по сравнению с другими вариантами (таб.1).

Банановое пюре, в дополнение к высокому содержанию минералов, таких как калий, кальций включает гормоны, типа зеатин, гиббереллин и индолилуксусную кислоту, участвующие в развитии проростков. В то же время содержит большое количество антиоксидантных соединений, таких как аскорбиновая кислота и каротин, которые предотвращают потемнение среды и в дальнейшем гибель растений, что является основной проблемой клонального микроразмножения каттлей *in vitro* [5].

Таблица 1

Влияние сочетания разных органических добавок и разных ауксинов на корневые показатели проростков *C. gaskelliana* после 180 суток культивирования

Тип ауксина	Органические добавки	Концентрация ауксинов мг/л	Высота растений, см	Число корней, шт.	Число листьев, шт.	Длина корней, см
ИМК	Пюре картофеля	1,00	2,05	1,28	3,85	1,57
		2,00	2,47	1,85	3,42	1,96
	Банановое пюре	1,00	2,00	4,71	5,28	3,22
		2,00	2,22	4,85	4,85	2,92
	Кокосовая вода	1,00	2,21	2,42	3,28	2,22
		2,00	2,55	2,85	3,42	3,08
ИУК	Пюре картофеля	1,00	1,84	2,28	3,42	2,28
		2,00	2,18	2,28	3,57	2,04
	Банановое пюре	1,00	3,38	5,42	6,14	4,10
		2,00	1,9	3,57	5,42	3,12
	Кокосовая вода	1,00	2,75	3,14	3,85	3,24
		2,00	1,95	1,95	3,57	2,79
НСР ₀₅			0,35	0,76	0,66	0,30

Библиографический список

1. Pant, M., Negi, A., Singh, A., Gautam, A., & Rawat, M. Cattleya orchids: a mini review. / J Crit Rev, -2020.- № 7., p. 4592-4598.
2. Rogerson, W. Cattleya species and their culture. / Orchids/,2016, - vol 85, - № 10., p. 26-37.
3. Samiei L, Davoudi Pahnehkolayi M, Tehranifar A, Karimian Z. Organic and inorganic elicitors enhance in vitro regeneration of Rosa canina. /J Genet Eng Biotechnol/, 2021, - vol 3, -№1., p. 60. doi: 10.1186/s43141-021-00166-7.
4. Mose, W., Indrianto, A., Purwantoro, A., & Semiarti, E. The influence of thidiazuron on direct somatic embryo formation from various types of explants in Phalaenopsis amabilis (L.) blume orchid. /Hayati journal of Biosciences/, 2017. vol 24, -№ 4., p. 201-205.
5. Samala, S., & Thipwong, J. Influences of Organic Additives on Asymbiotic Seed Germination of Dendrobium cruentum Rchb. f. for In Vitro Micropropagation. / Trends in Sciences/, 2023. vol 20, -№3., p. 4181-4181.

УДК 631.853.494

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОГО РАПСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К КИЛЕ КРЕСТОЦВЕТНЫХ

Мурзина Эльвира Рафаэлевна, аспирант кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. e-mail: e.murzina@rgau-msha.ru

***Аннотация:** Методом молекулярного скрининга была изучена коллекция селекционных образцов яровых рапсов, полученных отдаленной гибридизацией, на гены устойчивости к киле (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). Гены устойчивости были переданы из капустно-редечного гибрида *Brassicoraphanus*. По результатам скрининга были выявлены маркеры генов *Cra*, *Crb* и *CRA05*.*

***Ключевые слова:** Молекулярные маркеры, гены устойчивости, кила крестоцветных, яровой рапс*

Яровой рапс – масличная культура, имеющая глобальное экономическое значение, с многофункциональным применением [7]. По данным Росстата на 2022 год посевные площади ярового рапса в России составляют 2 339,1 тыс. га, что на 38,9% (на 654,5 тыс. га) больше, чем в 2021 году [3]. Рапс возделывают в регионах, где развито производство и других капустных культур, что приводит к тому, что посевы сильно страдают от заболеваний и вредителей крестоцветных, в частности, и от килы (*Plasmodiophora brassicae* Wor.). Заражение килой, по данным исследований, приводит к значительному снижению урожайности, качества масла, а также возможна 100% гибель растений на поле. Для борьбы с этим заболеванием единственным