

assessment of whole plant measurements/ J. Lanoue, E. D. Ma, X. Leonardos, B. Grodzinski // *Frontiers in Plant Science*. 2017. 8, 1076.

6. Lee S.-W. Influence of different LED lamps on the production of phenolic compounds in common and Tartary buckwheat sprouts/ S.-W. Lee, J. M. Seo, M.-K. Lee, J.-H. Chun, P. Antonisamy, M. V. Arasu, T. Suzuki, N. A. Al-Dhabi, S.-J. Kim// *Industrial Crops and Products*. 2014.54, p.320–326.

7. Paradiso R. Light-quality manipulation to control plant growth and photomorphogenesis in greenhouse horticulture: The state of the art and the opportunities of modern LED systems/ R. Paradiso, S. Proietti // *Journal of Plant Growth Regulation*. 2022. 41(2), p.742–780.

УДК: 631.527.2

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА F1-ГИБРИДОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CUCURBITA* L.

Соловьева Юлия Александровна аспирант 3 года обучения института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, julia.solovyeva.96@yandex.ru

Аннотация: *Современные биотехнологические методы широко используются для ускорения селекционного процесса во всем мире. Применение ДН-технологий значительно сокращает срок получения гомозиготных родительских линий. В статье описаны основные способы получения удвоенных гаплоидов тыквенных культур и схема селекционного процесса с применением ДН-технологий.*

Ключевые слова: *удвоенные гаплоиды, Cucurbita, гиногенез, андрогенез, партеногенез, ДН-технология*

Род *Cucurbita* L. относится к семейству *Cucurbitaceae*, представители которого составляют значительную часть производства овощных культур в России. На территории РФ в основном выращивают три вида культур, относящихся к роду *Cucurbita* L.: тыква твердокорая (*Cucurbita pepo* L.), тыква крупноплодная (*Cucurbita maxima* Duch.) и тыква мускатная (*Cucurbita moschata* Duch). Спрос на продукцию производства тыквенных культур возрастает и постоянно меняется в соответствии с изменением требований потребителя к конечному продукту. Чтобы соответствовать изменениям рынка, селекционеру необходимо получать генетически разнообразный материал в наиболее краткие сроки. F1-гибриды, помимо высокой урожайности и комплекса прочих хозяйственно-ценных признаков, отличаются высокой выровненностью. Следовательно, для осуществления производства стабильного материала в короткие сроки необходимо использование методов ускорения селекционного процесса.

Для создания F1-гибридов овощных культур необходимо получение чистых гомозиготных линий. Достижение данной цели с использованием методов традиционной селекции требует нескольких поколений инбридинга. Для сокращения такого длительного процесса в настоящее время во всем мире используют технологии создания удвоенных гаплоидов, что позволяет ускорить селекционный процесс в 6-12 раз. В данный момент не существует универсальных протоколов создания, удвоенных гаплоидов, которые можно использовать также для решения очень обширного спектра селекционных задач, у представителей семейства *Cucurbitaceae*.

Существует три способа получения удвоенных гаплоидов растений рода *Cucurbita* (гиногенез, андрогенез и партеногенез), каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Наиболее эффективно используемыми способами являются гиногенез и партеногенез [5].

Андрогенез состоит в образовании регенерантов из клеток мужского гаметофита. В основе андрогенеза лежит переход гамет под влиянием абиотических факторов с гаметофитного пути развития на спорофитный. Метод включает культуру пыльников и изолированных микроспор. Культура изолированных микроспор является наиболее эффективным из способов получения удвоенных гаплоидов. Это связано с возможностью получения большого количества клеток при наименьших временных затратах. Образование растения-регенеранта из единственной клетки также является большим преимуществом данного способа, так как исключает формирование растений-клонов донорного растения. Однако, существует проблема возникновения высокого процента растений-альбиносов, что приводит к снижению частоты регенерации [7].

В основе гиногенеза заложено образование растений-регенерантов из клеток женского гаметофита. Метод включает в себя культуру завязей, фрагментов завязей и изолированных семязачатков. Данный способ эффективен для растений с низким морфогенетическим потенциалом [1]. Основные проблемы данного способа заключаются в высокой вероятности образования растений-клонов из соматических клеток и в большом количестве временных и трудовых затрат.

Партеногенез заключается в образовании гаплоидов из гибридных зародышей в результате элиминации отцовских хромосом. К данному способу относят использование гаплоиндуктора, основанное на опылении донорного растения пыльцой растения другого вида, и опыление облученной пыльцой. Для поддержания жизнеспособности формирующихся гаплоидных зародышей применяют технологию *embryo rescue*, состоящую в помещении и последующего культивирования зародышей на питательных средах *in vitro*.

Схема селекционного процесса с использованием ДН-технологии включает 4 основных этапа:

1. Оценка коллекции и отбор исходного материала

На данном этапе из коллекции выделяют наиболее перспективные образцы, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, наличие

которых необходимо для создания конкурентноспособного гибрида. Донорные растения выращивают по общепринятой технологии в открытом, либо защищенном грунте.

2. Получение удвоенных гаплоидов и оценка растений-регенерантов

Множество факторов оказывают влияние на процесс создания гаплоидных растений. Необходимо учитывать генотип и условия выращивания донорных растений, способы получения удвоенных гаплоидов, положение цветка на побеге, типы эксплантов и температурные режимы их предобработки, состав питательных сред, температурные и световые режимы содержания введенных в культуру эксплантов, влияние регуляторов роста [2].

Полученные растения-регенеранты адаптируют к условиям *in vivo*. Далее следует оценка плоидности полученных растений. Большинство исследований указывают на высокий процент спонтанного удвоения числа хромосом у представителей рода *Cucurbita*. Однако, при получении высокого процента растений с гаплоидным набором хромосом необходимо их искусственное удвоение при помощи антимиотических агентов, таких как колхицин, амипрофос-метил, оризалин и т.д. При использовании гиногенеза в качестве способа получения удвоенных гаплоидов также необходима идентификация гомо- и гетерозигот на основе молекулярного генотипирования.

3. Размножение линий удвоенных гаплоидов, гибридизация

На данном этапе осуществляется размножение полученных линий при помощи самоопыления. Затем, учитывая количество растений, которое напрямую зависит от генотипической специфичности, выбирают способ гибридизации. Для растений семейства Тыквенные используют топ-кросс, скрещивание двух групп генотипов и диаллельные скрещивания [4]. Далее проводят оценку общей и специфической комбинационной способности, выделяют перспективные гибридные комбинации, осуществляют стационарное и передают в государственное сортоиспытание.

4. Поддержание и размножение родительских линий и производство семян F1-гибрида

На данном этапе обеспечивают поддержание и размножение родительских линий, адаптируют технологию семеноводства F1-гибридов к промышленным условиям в различных климатических зонах и производят семена F1-гибрида.

Использование технологий получения удвоенных гаплоидов характеризуется рядом преимуществ. Методы дают возможность быстрого отбора рецессивных мутаций, не скрытых доминантными аллелями. Дигаплоидные растения обладают полной гомозиготностью. От гибридизации таких линий получают высокопродуктивное потомство. Гаплоидные растения характеризуются отсутствием летальных и сублетальных наследственных факторов, приводящих к ослаблению потомства. Оптимизация технологий получения удвоенных гаплоидов представителей рода *Cucurbita* является одним

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.