

всех подвоев повлияла длина летних приростов второго порядка. Так, подвои ПН-1, ПН-2 и Гизелла практически не образовали таких приростов.

Выводы:

1. Возможно проведение зеленого черенкования и укоренение зеленых черенков во второй половине лета.

2. Для зимней прививки вишни и черешни с использованием укорененных зеленых черенков лучше всего подходят клоновые подвои Логри, П-3 и ВЦ-13.

Библиографический список

1. Самощенко Е.Г., Потапов С.А., Воскобойников Ю.В., Сейф М.И. Прививка укорененных черенков клоновых подвоев – основа новых технологий получения саженцев сливы и вишни // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2008. - №4. – С. 60-67.

2. Потапов С.А. Особенности выращивания саженцев вишни и черешни на клоновых подвоях // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2012. – специальный выпуск. – С. 65-70.

УДК 63.5995

СОЗДАНИЕ УДВОЕННЫХ ГАПЛОИДОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ И САХАРНОЙ В КУЛЬТУРЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ СЕМЯПОЧЕК

Григолава Тамара Руслановна, аспирант кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, grigolava1@gmail.com

Аннотация: Данная статья содержит обзор исследований, посвященных созданию удвоенных гаплоидов, решению основных проблем и методы, позволяющие повысить выход эмбрионидов и удвоенных гаплоидов в культуре изолированных семяпочек у видов *Beta vulgaris* L.

Ключевые слова: *Beta vulgaris*, гиногенез, удвоенные гаплоиды.

В настоящее время основным направлением в селекции овощных культур является создание F1 гибридов. Одна из основных проблем в селекции F1 гибридов – длительное время создания родительских линий, которое можно существенно сократить с помощью гаплоидных технологий.

У представителей вида *Beta vulgaris* L. наиболее распространенной технологией производства удвоенных гаплоидов является культура изолированных семяпочек (гиногенез).

Цель исследования – собрать и обобщить данные о существующих технологиях создания удвоенных гаплоидов у свеклы путем гиногенеза, обозначить основные проблемы и пути их решения.

Предпосылки получения удвоенных гаплоидов у представителей рода *Beta* в культуре изолированных семяпочек. Первые попытки получения

удвоенных гаплоидов у свеклы осуществлялись *in vivo* методом отдаленной гибридизации, выход гаплоидных растений при этом был незначительным – 0,013 % [1]. На смену получению гаплоидов методом отдаленной гибридизации пришли *in vitro* методы получения удвоенных гаплоидов из клеток гаметофита.

Получение гаплоидов свеклы в культуре изолированных пыльников оказались не эффективными [2, 3, 4]. Goreska из изолированных микроспор свеклы столовой удалось получить только эмбриониды и каллус, добиться регенерации растений не удалось [5].

Производство удвоенных гаплоидов в культуре изолированных семяпочек обеспечило гораздо больший выход гаплоидов и в разных странах начались разработки технологий гиногенеза у рода *Beta*.

Проблемы технологии гиногенеза и пути их решения. Основными факторами, иницирующими развитие изолированной семяпочки, являются генотипические особенности растений-доноров, стадии развития женского гаметофита, расположение бутона на соцветии.

К искусственным факторам относятся гормональный состав питательных сред, время выращивания растений-доноров и введения семяпочек в культуру *in vitro* [6], шоковая предобработка и условия культивирования семяпочек.

Генотип-специфичность. В первую очередь отзывчивость к индукции гаплоидов определяется генетически. Наиболее отзывчивы при введении в культуру изолированных семяпочек гибридный и линейный материал: инцухт-линии, гибриды и сибсы, а самую низкую регенерационную способность имеют линии на основе ЦМС и сорта-популяции.

Расположение бутонов на соцветии, стадия развития женского гаметофита. В исследованиях индуцированного гиногенеза у сахарной свеклы было отмечено, что наибольшей регенерационной активностью обладают семяпочки, взятые из бутонов с 1-го по 25-й снизу-вверх со средней части соцветия, а максимальный выход гаплоидов отмечается с центрального побега по сравнению с ветвями второго порядка.

Способность изолированных семяпочек к эмбриогенезу сохраняется на всех этапах развития женского гаметофита, однако, 7-ми и 8-ми ядерные зародышевые мешки наиболее отзывчивы к эмбриогенезу и легче переходят с гаметофитного пути развития на спорофитный.

Маркерными признаками необходимой стадии развития зародышевого мешка является наличие одноядерных микроспор и двух-трехъядерных клеток в пыльниках, находящихся с семяпочками в одном бутоне. Обнаружить бутоны с необходимой стадией развития женского гаметофита можно за 1-5 дней до цветения.

Подготовка донорных растений, условия года. На выход гаплоидов в культуре изолированных семяпочек оказывают влияние такие факторы как: световой и температурный режимы, уровень влажности, подкормки, отсутствие насекомых-вредителей, сезон года.

Выращивать растения-доноры лучше в условиях теплиц или климатических камер, чтобы минимизировать воздействие неблагоприятных погодных факторов и поражение вредителями.

Есть данные о необходимости внесения минеральных удобрений при выращивании растений-доноров. Weich и Levall рекомендуют еженедельно вносить растворы макро- и микроэлементов под донорные растения для формирования мощных маточников.

Выращивать донорные растения рекомендуют летом, семяпочки с таких растений более отзывчивы на культивирование *in vitro* по сравнению с семяпочками, полученными от растений, выращенных в осеннее-зимний сезон.

Стимуляция перехода к спорофитному пути развития. Для стимулирования эмбриогенеза бутоны или изолированные семяпочки *V. Vulgaris* подвергают различным видам тепловой обработки. Чаще всего это предобработка бутонов в холодильнике при 4-6° С до 4-х суток, с последующим инкубированием изолированных семяпочек в термощкафу при температуре 28-32°С.

Реже используют предобработку рентгеновскими лучами для стимуляции формирования гаплоидных структур.

Состав питательных сред. Условия культивирования изолированных семяпочек влияют как на количество регенерантов (эмбриоидов и каллуса), так и на их качество.

Чаще всего для культуры изолированных семяпочек применяют среды с добавлением агара или агарозы. Такие гелеобразователи как агар-гель и фитагель снижают витрификацию по сравнению с агаром и агарозой, а также мобилизуют питательные вещества из питательной среды, что оказывает положительное влияние на качество растений-регенерантов.

Наиболее существенное влияние оказывает гормональный состав питательных сред. От гормонального состава зависит путь развития семяпочки – прямой с образованием одного эмбриоида из одной семяпочки, либо не прямой через каллусогенез и вторичный. Исследователи указывают, что добавление в питательную среду гиббереллина ведет к прямой регенерации, а добавление ауксинов стимулирует рост каллуса наряду с эмбриоидами. Гиббереллин в сочетании с ауксинами и цитокининами индуцируют развитие гаплоидных эмбриоидов, а затем вторичных регенерантов из каллусных тканей.

Некоторые авторы рекомендуют использование ступенчатого культивирования изолированных семяпочек на средах с различными комбинациями и концентрациями гормонов. Наиболее часто на первых этапах культивирования используют среды с преобладанием ауксинов с целью вызвать эмбрио- или каллусогенез и добиться побегообразования. После, для стимулирования корнеобразования, переходят на среды с повышенным содержанием цитокининов.

Проблема регенерации растений. Одним из наиболее значительных этапов создания удвоенных гаплоидов является регенерация растений из эмбриоидов и/или каллуса.

Выход растений сильно варьирует, т.к. регенеранты, полученные из семяпочек, часто бывают подвержены аномальному развитию, например, могут формироваться витрифицированные побеги и листья, из которых не развиваются растения, может наблюдаться формирование вторичных

эмбриоидов, растений-альбиносов. Некоторая часть растений погибает в процессе стабилизации и укоренения.

Проблема определения уровня ploидности. В настоящее время существует несколько методов определения уровня ploидности растений-регенерантов – косвенных и цитогенетических.

Использование косвенного метода определения гаплоидного статуса растений по фенотипу не является достоверными, т.к. сильное влияние оказывают условия среды на развитие фенотипа. А подсчет числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц может быть не показательным, т.к. число хлоропластов в замыкающих клетках устьиц может зависеть не только от уровня ploидности, но и от способа размножения (самоопыление или скрещивание), также клеточным меристемам свеклы присуща спонтанная миксоploидность.

Более достоверный метод - подсчет числа хромосом в меристеме корня. Проблемой может являться указанная выше миксоploидность меристем свеклы, в таком случае наиболее достоверным методом будет проточная цитометрия .

Библиографический список

1. Seman I. *In vitro* cultivation of unfertilized ovules of sugar beet / I. Seman, J. Farago // Embryology and seed reproduction: XI Int. symp., Leningrad, USSR, July 3-4, 1990. Leningrad. - 1990. - С. 146.
2. Banba H., Tanabe H. On anther culture in sugar beet /H. Banba, H. Tanabe // Bull. Sugar Beet Res. – 1972. – Vol. 14. – P. 9-16.
3. Goška, M.. Sugar beet haploids obtained in the *in vitro* culture/ M. Goška// Bull. Pol. Acad. Sci. Biol. Sci. 33, 1985 - 31-33.
4. Herrmann L. Haploiden-technik bei der zuckerrube / L. Herrmann, Claudia Wetzel, Horst Lux // Potsdam Porsch. B. 1988. - № 57. - P. 95-99.
5. Gorecka K. Development of embryooids by microspore and anther cultures of red beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) // Journal of Central European Agriculture, 2017, 18 (1), p. 185-195.

УДК 6 63 635 11

СЕМЕНОВОДСТВО СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ СЕМЯН И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВСХОЖЕСТЬ И ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ

Воробьев Михаил Владимирович, кандидат с.-х. наук, старший преподаватель кафедры овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, voro1011@bk.ru

Богданова Варвара Дмитриевна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, teescado@gmail.com

Аннотация: в статье представлено влияние различных сроков хранения семян сортов столовой свеклы на их посевные качества (всхожесть и энергия