

УДК: 633.112.9:631.527.8:581.143.6

КЛЕТОЧНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ

Т. И. Дьячук, доктор биологических наук, **В. Н. Акинина**, аспирант
ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии

Л. Х. Суханбердина, кандидат с.-х.наук, **А. Ж. Турбаев**, магистрант
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

Клеткалық биотехнологияда тритикале дақылының генетикалық өзгергіштігінің спектрін кеңейтудегі ролі берілген. Алғашқы тритикале дақылынан эмбриокультура алудың маңыздылығы дүние жүзілік селекцияны мысалға ала отырып көрсетілген. Жеделдетілген гомозиталық линияларды алуда және қолдануда гаплоидтарға ерекше көңіл бөлінген. Каллус культураларында соматикалық эмбриогенез әдістері негізінде тритикале дақылын көбейтудің клондық микроклондау технологиясы көрсетілген.

Описана роль клеточных биотехнологий в расширении спектра генетической изменчивости у тритикале. Показано значение эмбриокультуры в получении первичных тритикале на примерах мировой селекции. Особое внимание уделено гаплоидии и ее использованию для ускоренного получения гомозиготных линий. Представлена технология микроклонального размножения тритикале на основе метода соматического эмбриогенеза в каллусных культурах.

The role of cell biotechnologies for enlarging of genetic background spectrum of triticales was described. The significance of embryo-culture for the primary triticales breeding was showed on the instance of the world selection. The particular attention is paid to haploids and its application for the accelerated creation of homozygous lines. The technology of triticales microclonal propagation on the base of somatic embryogenesis in the callus cultures was represented.

Особую роль в решении проблем стабилизации зерновой продукции может играть внедрение новых видов. Последние должны быть более конкурентоспособными по сравнению с существующими видами и сочетать высокий потенциал продуктивности с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам. Особый интерес в этом плане может играть тритикале – межродовой амфидиплоид, сочетающий хозяйственно-ценные признаки двух видов: пшеницы и ржи. Тритикале наследует от ржи многоколосковость, а от пшеницы – многоцветковость, а также проявляет свойства, отсутствующие у исходных форм: повышенное содержание белка и некоторых аминокислот, устойчивость к болезням, высокие кормовые качества, в связи с чем оно является дополнительным источником белка для животноводства. Рассматривается возможность использования зерна тритикале для хлебопечения. Хлеб высокого качества из гексаплоидных тритикале можно приготовить из смеси муки тритикале (70 %) и сильной пшеницы (30 %).

Первый опыт использования сортов тритикале в Поволжье (Студент, Саргау, Юбилейная – селекции СГАУ им. Н.И. Вавилова) показал их адаптированность к биотическим и абиотическим стрессам и перспективность при использовании на зеленый корм и зерно. На 2010 год по Саратовской области рекомендовано к использованию 12 сортов этой культуры, из которых 3 сорта селекции СГАУ им. Н. И. Вавилова.

Однако тритикале, как эволюционно молодая культура, является носителем отрицательных свойств: низкая экологическая стабильность, относительная позднеспелость и прорастание зерна в колосе, недовыполненность и морщинистость эндосперма,

цитогенетическая нестабильность. Вышеперечисленные свойства являются препятствием на пути создания высокоурожайных сортов. В селекции этой культуры используются отдаленная и внутривидовая гибридизация в сочетании с направленным отбором.

По Н. И. Вавилову, краеугольным камнем селекции является исходный материал. Для тритикале это особенно актуально, поскольку исходный материал ограничен, получен из старых, низкопродуктивных сортов ржи и пшеницы, не соответствуя требованиям современной селекции. Тритикале не имеет естественных центров происхождения, в связи с чем получение и изучение исходного материала является первичной задачей для создания конкурентноспособных сортов. Скрещивание тритикале с мягкой пшеницей позволяет обогатить геномный состав тритикале, расширить генофонд исходного материала, улучшить его хозяйственно-полезные признаки и биологические свойства, повысить адаптивный потенциал и устойчивость рекомбинантных форм к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды.

Методы культуры тканей играют особую роль в создании и реконструкции генома тритикале в связи с преодолением нескрещиваемости, стерильностью амфигаплоидов и их пониженной жизнеспособностью. Для получения, размножения и стабилизации первичных и вторичных (гибридных) тритикале используются эмбриокультура, микроклональное размножение (в целях сохранения первичных неудоенных гаплоидов), культура пыльников.

Гаплоидия является важным методом современной селекции растений. Для получения гаплоидов применяют метод культуры пыльников *in vitro*, с использованием которого на сегодняшний день уже выведен ряд сортов важнейших сельскохозяйственных культур, например, яровой и озимой мягкой пшеницы, кукурузы, риса и ячменя.

Современный уровень селекции диктует необходимость разработки биотехнологических методов для тритикале, которые сократят сроки выведения перспективных сортов и линий.

Эмбриокультура.

Скрещивания твердой пшеницы с рожью характеризуются ярко выраженной постгамной несовместимостью геномов пшеницы и ржи с нарушениями всего эмбрио- и эндоспермогенеза, что было продемонстрировано при создании первичных гексаплоидных тритикале [1]. Семена лишены эндосперма и для получения амфигаплоидов требуется обязательное культивирование зародышей на искусственной питательной среде. Оказалось, что при увеличении уровня пloidности у пшеницы совместимость с рожью возрастает, поэтому получение пшенично-ржаных амфигаплоидов при скрещивании гексаплоидных пшениц с диплоидной рожью осуществляется значительно легче.

Разработка и использование метода колхицинирования и эмбриокультуры в 50-60-х годах XX века явились важной вехой в синтезе гексаплоидных тритикале. Вместо поиска редких спонтанных амфидиплоидов и использования таких низкоэффективных методов, как доопыление стерильных гибридов F_1 генетики и селекционеры получили возможность сравнительно легко и быстро синтезировать новые амфидиплоиды практически в неограниченном количестве. Последние цитологически более стабильны и фертильны по сравнению с октоплоидами. Практическая селекция доказала перспективность их использования. Прогресс, достигнутый в разработке методов колхицинирования, стимулировал в 50-60-х годах XX века синтез гексаплоидных тритикале. Процесс создания первичных гексаплоидных тритикале с помощью метода эмбриокультуры при скрещивании тетраплоидной пшеницы с ди- и тетраплоидной рожью состоит из трех основных этапов.

1. Скрещивание пшеницы с рожью и получение пшенично-ржаных гибридов.
2. Получение амфигаплоидов (ABR, $2n=21$) с помощью метода эмбриокультуры.
3. Получение амфидиплоидов (AABBR, $2n=42$) путем колхицинирования.

В Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко при получении первичных гексаплоидных тритикале наиболее удачным для практической селекции оказался гибрид от опыления озимой твердой пшеницы Леукомелян 199h264 пылью гибридной популяции озимой ржи Орловский гибрид $\times$ ЕМ-1, несущий ген карликовости *h-1*. После выращивания зародышей на питательной среде и удвоения числа хромосом у растений был создан сорт озимой тритикале АД Зеленый. От начала скрещивания в 1977 г. до передачи линии 257T1 в Государственное сортоиспытание в 1982 г. прошло всего 6 лет. На основе этого сорта, который

широко используется в отечественной и зарубежной селекции, было получено 16 сортов озимой тритикале.

Во ВНИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева синтезированы первичные гексаплоидные тритикале на основе использования сортов твердой пшеницы Парус, Одесская Юбилейная, Гордеиформе 873/74 и мягкой пшеницы Мироновская 808, Ахтырчанка, Заря. Отцовскими родителями служили сорта ржи Чулпан, Таловская 12 и Харьковская 60. В зависимости от комбинаций скрещивания число проросших на питательной среде зародышей изменялось от 0 до 50 %. Слабым звеном в выращивании пшенично-ржаных амфигаплоидов является период приживания растений, пересаженных из питательной среды в почву. Увеличение числа растений одной гибридной комбинации в 8-17 раз достигалось клонированием. Использование в качестве материнской формы растений, полученных из химерных зерн (зародыш материнского сорта + эндосперм отцовского сорта) увеличило скрещиваемость в целом на 17 %. Селекционное улучшение полученных первичных тритикале привело к созданию сортов Курская степная, Атлант, Кокинская 1 и других.

Каллусные культуры из соматических клеток

В течение длительного времени злаки были трудноотзывчивыми объектами в культуре тканей. Это было связано с различной реакцией отдельных генотипов, подбором подходящих эксплантов, быстрой потерей каллусных культур способности к регенерации растений. Однако современная селекция и генетическая инженерия диктовали необходимость создания высокоэффективных технологий регенераций растений из различных эксплантов. Важнейшая отличительная особенность однодольных по сравнению с двудольными, у которых регенерация растений не вызывала затруднений – это пригодный для получения морфогенетически активного каллуса эксплант. Листья – наиболее часто используемый эксплант для получения морфогенетически активных каллусных культур двудольных растений – были непригодны для злаков. Корневые меристемы формировали каллус, однако регенерация растений из него была очень слабой. Было установлено, что наиболее подходящими эксплантами, формирующими морфогенетически активный каллус у злаков – это незрелые зародыши. Обнаружена взаимосвязь между морфогенетическим потенциалом и стадией развития зародыша [2,3]. У различных генотипов тритикале наивысшее число соматических зародышей на эксплант (9,63) было получено из 16-дневных (после опыления) зародышей [4].

Недостатком незрелых зародышей как экспланта является то, что их невозможно использовать в течение всего года. Растения тритикале были регенерированы из других эксплантов методом органогенеза или эмбриоидогенеза в культуре незрелых колосьев, основания листа. Зрелые зародыши, которые удобны для работы в течение всего года стали наиболее широко использовать для получения морфогенетически активных каллусных культур. Регенерационная способность каллуса тритикале оказалась наивысшей, когда зародыши были частично изолированы от эндосперма семени (до подвижности), но культивировались вместе с последним «бороздкой вниз».

Вне зависимости от типа экспланта, получение морфогенетических культур ограничено и другими факторами. Эффективность регенерации ограничена строгой генотипической специфичностью. Эффективные и воспроизводимые технологии регенерации растений существуют для так называемых «модельных» генотипов. В этой связи и создание трансгенных растений, получение которых основано на применении культуры тканей (агробактериальная трансформация), ограничено модельными сортами.

Условия выращивания донорных растений оказывают существенное влияние на отзывчивость *in vitro*, что обусловлено различным уровнем эндогенных гормонов. Определение уровня эндогенных гормонов в зерновках различных по отзывчивости *in vitro* генотипов показало 20-кратное превышение содержания ИУК у двух неотзывчивых генотипов (Carnes and Wright, 1988). Аналогичные результаты были получены и на пшенице. Два сорта, различающиеся по уровню отзывчивости, были выращены при 15° и 25°. Эмбриогенная компетенция была связана с низким уровнем ИУК и абсцизовой кислоты в зерновках, проанализированных в период от 0 до 12 дней после цветения. Авторы заключили, что пониженные температуры выращивания доноров задерживают синтез этих гормонов и обеспечивают лучшие морфогенетические потенциалы сортов.

Содержание и баланс регуляторов роста в питательной среде определяют отзывчивость *in vitro*. Наиболее широко используемый регулятор роста в составе питательных сред у всех видов злаков – 2,4-Д. Для индукции соматического эмбриогенеза используются и другие ауксины – дикамба, пиклорам. Обнаружена повышенная регенерация каллусов, полученных на пиклорамсодержащей среде по сравнению с 2,4-Д [5]. В то же время была обнаружена зависимость между типом ауксина и генотипом у пшеницы, ячменя и тритикале.

Степень дифференциации эмбриоидов, влияющая на регенерацию растений, в значительной степени связаны с цитокининами. Наиболее распространенным цитокинином в культуре тканей злаков является кинетин. Его использование стимулирует деление клеток и особенно полезно на этапе регенерации растений. Мощным регулятором морфогенетических процессов является TDZ (thidiazuron), который в отличие от цитокининов аденинового типа (6-БАП, кинетин и зеатин) не содержит пуринового кольца. Этот регулятор роста цитокининового типа действия способствует проявлению различных морфогенетических реакций – образование эмбриогенного каллуса, инициацию соматических эмбриоидов, формирование адвентивных побегов.

Тип и концентрация углеводов влияют на эффективность соматического эмбриогенеза. Показана взаимосвязь между источником углерода и типом ауксина. Замена сахарозы на мальтозу привела к увеличению частоты регенерации из каллусов, полученных на среде с 2,4-Д и пиклорамом по сравнению с индукционной средой, содержащей дикамба [5].

В культуре тканей *in vitro* спонтанно возникают делеции, транслокации и другие структурные преобразования хромосом, что приводит к регенерации растений с измененным кариотипом. Это свойство культивируемых тканей используется как метод интрогрессии чужеродных генов. В культуре тканей пшенично-ржаного гибрида после нескольких циклов субкультивирования были регенерированы амфигаплоиды, из которых после обработки колхицином были получены амфидиплоиды и изучены их кариотипы с помощью метода дифференциального окрашивания хромосом (С-бэндинг). Было показано, что культивирование тканей вызвало структурные изменения хромосом, которые привели к появлению пшенично-ржаных транслокаций.

Успех в создании и применении трансгенных растений в значительной степени связан с развитием методов клеточной и молекулярной биологии. Трансгенная кукуруза в 2006 г. возделывалась на площади 108,5 млн.га в 13 странах [6].

Индукцированная гаплоидия

Спонтанная гаплоидия у злаков встречается редко. Цитоплазма *Aegilops caudata* индуцирует гаплоидию у мягкой пшеницы. Позднее было показано, что цитоплазмы пяти видов *Aegilops* индуцируют с высокой частотой гаплоидию у мягкой пшеницы, отобранной из 8х тритикале «Salmon». Однако для селекционной практики гаплоиды стали использоваться только после разработки технологий их массового получения в культуре *in vitro*.

Гаплоидия – один из наиболее востребованных методов культуры тканей в селекции растений. Этот метод обеспечивает быстрое и эффективное достижение гомозиготности, ускоряя селекционный процесс. Для получения гаплоидов тритикале в массовых количествах используются три метода – отдаленная гибридизация с последующей селективной элиминацией хромосом вида-опылителя, культура пыльников и культура изолированных микроспор. Известны лишь единичные факты получения гаплоидных растений тритикале методом селективной элиминации хромосом при использовании в качестве опылителя кукурузы (Aditya et al., 2006) и злаковой травы *Imperata cylindrica* [7,8]. У пшеницы успех метода связан с нечувствительностью пыльцы кукурузы к генам-ингибиторам скрещиваемости Kr-1 и Kr-2.

В опытах Эдиша с соавт. обнаружена более высокая эффективность метода селективной элиминации хромосом (при скрещивании с кукурузой сорта Madgran local) в двух типах гибридов: тритикале х пшеница и тритикале х тритикале [7]. В культуре пыльников выход гаплоидных растений составил 0,2 % и 0,1 %, а при скрещивании с кукурузой 1,1 % и 1,5 % для разных типов гибридов соответственно. Итальянские исследователи используя два метода получения гаплоидов у пшеницы и тритикале, также подчеркивают превосходство метода селективной элиминации хромосом при оценке отдельных параметров гаплопродукции. Выход зеленых растений на 100 опыленных цветков или на 100 культивируемых пыльников составил 4,39 % для

пшеницы и 1,70 % для тритикале при скрещивании с кукурузой, и 1,83 % и 0,44 % - в культуре пыльников.

Культура пыльников является одним из методов массового получения гаплоидных растений тритикале. По сравнению с культурой изолированных микроспор он менее трудоемок. Микроспоровый эмбриогенез – это процесс, в котором в результате серии делений микроспора превращается в эмбриоподобную структуру, способную к регенерации гаплоидных растений. Альтернативой эмбриогенезу является каллусогенез с последующей реализацией различных путей морфогенеза – вторичного эмбриоидогенеза и органогенеза [9]. Наличие этих путей морфогенеза в культуре пыльников тритикале подтверждено анатомическими исследованиями. Андрогенетические макроструктуры, индуцированные в культуре пыльников тритикале, на основании гистолого-цитологических признаков классифицируются на каллусы и эмбриоидные структуры. По морфологическому состоянию каллусы были поделены на глобулярные компактные каллусы (тип 1), неоднородные рыхлые каллусы с компактными зонами (тип 2) и очень рыхлые каллусы из тобулярных клеток-великанов (тип 3). В отличие от всех типов каллуса эмбриоидные структуры образовывались из очень мелких изодиаметрических клеток. Эффективность этого метода получения гаплоидных растений зависит от различных факторов, главными из которых являются генотип донорного растения, условия выращивания доноров и состав питательных сред. Среди этих факторов решающая роль у всех видов, в том числе и тритикале, принадлежит генотипу. Существенную роль играет взаимодействие генотип x культуральная среда, в связи с чем происходит абортивность развивающихся микроструктур при культивировании. Именно это обстоятельство приводит к низкой отзывчивости пыльников у отдельных генотипов.

Известно, что отзывчивость родительских линий тритикале тесно коррелирует с отзывчивостью их потомств.

Общая отзывчивость при культивировании пыльников включает три феномена: получение эмбриогенных пыльников, способность эмбриоидов к регенерации растений и получение зеленых растений. Каждый из этих факторов контролируется независимыми генетическими системами. В то же время знаний о механизмах генетического контроля *in vitro* еще недостаточно.

Условия выращивания донорных растений оказывают существенное влияние на отзывчивость *in vitro*. Абиотические и биотические стрессы снижают эмбриогенную компетенцию как в культуре зародышей, так и пыльников, так как они оказывают влияние на уровень эндогенных гормонов.

Компоненты питательной среды играют существенную роль в отзывчивости пыльников. Тип и концентрация углеводов являются важными компонентами питательных сред. Углеводы – это не только источник углерода, но и фактор, регулирующий осмотическое давление питательной среды. Сахароза является наиболее распространенным источником углеводов для культивирования различных эксплантов. В ранних исследованиях по культуре пыльников злаков уровень сахарозы в питательной среде колебался от 6 до 12 %. Впоследствии было показано, что 9 % содержание сахарозы в индукционной питательной среде было оптимальным и для последующей регенерации растений. Однако, этот уровень эффективен только на начальных этапах культивирования, для окончания процесса эмбриогенеза и регенерации растений достаточно 2-3 % концентрации углевода. Замена сахарозы на мальтозу увеличила частоту регенерации растений из культур, полученных на индукционной среде с 2,4-Д, но снизила этот показатель при использовании другого ауксина – пиклорама.

Замена сахарозы на мальтозу в культуре пыльников тритикале достоверно не влияла на этапе индукции андрогенетических структур. Существенные преимущества использования мальтозы выявлены на этапе регенерации растений, что свидетельствовало о лучшей дифференциации андрогенетических объектов – каллусов и эмбриоидов [10].

Причины влияния источника углеводов на эффективность основных этапов андрогенеза могут быть различными. Продукты расщепления сахарозы и мальтозы различны (фермент мальтаза расщепляет мальтозу на две молекулы глюкозы, сахароза легко гидролизует при нагревании с кислотами или под действием фермента сахаразы, образуя смесь равных количеств

глюкозы и фруктозы). Мальтоза (солодовый сахар) расщепляется более медленно, чем сахароза.

Молканова и Данилова (1984) в опытах по влиянию различных источников углеводов в культуре пыльников яровой мягкой пшеницы изучили динамику гидролиза и утилизации сахаров. Оказалось, что гидролиз сахарозы опережает ее утилизацию. Через 15 суток культивирования половина этого углевода была гидролизована, тогда как уменьшения концентрации фруктозы не произошло, а содержание глюкозы снизилось не более чем на 10 %. К концу культивирования сахароза в среде не обнаруживалась, а концентрация глюкозы и фруктозы уменьшилась на 20 %. При этом в среде без пыльников, находящейся в тех же условиях, гидролиза сахарозы не наблюдали. По мере гидролиза дисахаридов происходило изменение осмотического давления сред. В среде с глюкозой оно плавно уменьшалось, тогда как в других средах к концу культивирования оно возросло в 1,3-1,7 раза [11].

Альбинизм регенерантов

Обзор морфологии пластид на основе данных, полученных трансмиссионной электронной микроскопией, выявил, что пластиды альбиносов тритикале были в высшей степени дегенерированы. Число интрапластидных мембран было низким. В строме пластид отсутствуют рибосомы. Уровень организации пластид соответствует структуре пластид, которые в состоянии зазеленеть или амилопластам, откладывающим запасной крахмал.

Несмотря на достигнутый прогресс, успешная регенерация в культуре тканей злаков ограничивается «модельными» генотипами, которые также используются и в генетической трансформации (например, у ячменя).

Культура изолированных микроспор

Культура изолированных микроспор обеспечивает ряд преимуществ перед культурой целых пыльников:

- ☑ Отсутствует конкуренция между микроспорами внутри ограниченного пространства пыльника за питание;
- ☑ Полностью исчезает возможность регенерации растений из соматических тканей пыльника;
- ☑ Представляется возможность наблюдения за развитием микроспор;
- ☑ Гаплоидная система, состоящая из единичных клеток, является уникальной для проведения работ по клеточной селекции, генной инженерии и мутагенезу;
- ☑ Поскольку микроспоры могут непосредственно развиваться в эмбриоиды, они являются прекрасной моделью для изучения физиологии и биохимии андрогенеза;
- ☑ Прямой перенос генов микроинъекцией в изолированные многоклеточные эмбриоиды представляет возможность для трансгенного формирования растений у всех видов злаков.

Спорофитное развитие в культуре изолированных микроспор тритикале было достигнуто у 5 венгерских генотипов как в присутствии регуляторов роста, так и без них. Характерно, что в этих опытах наивысшая частота эмбриоидогенеза была получена на безгормональной среде.

Культура изолированных микроспор канадских сортов тритикале показала высокую эффективность питательных сред с добавлением фикола (100 г/л) как для индукции андрогенетических структур, так и для их регенерации. В зависимости от генотипа было получено 1-10 зеленых растений на одну чашку Петри (35000 микроспор). Из полученных растений 22 были фертильными, т.е. спонтанными диплоидами.

Регенерация гаплоидных растений тритикале в культуре изолированных микроспор осуществлена у нескольких венгерских генотипов тритикале. Более чем 50 % регенерантов были альбиносами. Цитологические исследования показали, что 90 % растений были гаплоидами.

Гаплоидия в культуре пыльников широко используется в современной практической селекции злаков. Сорты с участием этой гаплоидной биотехнологии созданы в Европе, Канаде, Китае, Бразилии (Дьячук Т.И., 2003) и в ряде случаев становятся доминирующими. Так, в Канаде среди пяти наиболее широко возделываемых пшениц класса CWRs (Canada Western Red Spring) три являются DH-сортами, занимая 15 % всех посевных площадей. DH-сорт «AC Andrew» занимает 99 % посевных площадей яровой пшеницы класса Soft White Spring [12].

Сорт пшеницы «MT 1159CL» является DH-линией, которая была получена методом селективной элиминации хромосом в скрещивании пшеница x кукуруза. Ряд сортов ячменя созданы на основе DH-линий, полученных методом андрогенеза.

Значительный успех в культуре изолированных микроспор тритикале, так же как и пшеницы, был достигнут при кокультивировании завязей.

В ГНУ НИИСХ Юго-Востока на Государственное сортоиспытание передан сорт озимой гексаплоидной тритикале «Святозар», являющийся ДН-линией, полученной в культуре пыльников. О других сортах тритикале, созданных с использованием методов культуры тканей *in vitro*, нам не известно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеев, В. Б. Однократный и многократный отбор в селекции сортов озимого гексаплоидного тритикале /В. Б. Тимофеев, Л. Ф. Дудка, В. Я. Ковтуненко // Пшеница и тритикале: материалы науч.-практ. конф. «Зеленая революция П.П. Лукьяненко». – Краснодар, 2001. – С. 134-153.
2. Ainsley, P.J. Efficient plant regeneration system for immature embryos of triticales (x *Triticosecale* Wittmack.) / P. J. Anislay, A. P. Aryan // *Plant Growth Regul.*, 1998. –V.24. –P.23-30
3. Eudes, F. A novel method to induce direct somatic embryogenesis, secondary embryogenesis and regeneration of fertile green cereal plants / F. Eudes, S. Acharya, L. Laroche, K. Cheng // *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 2003. –V.73. –P. 147-157.
4. Atak, N. Effect of age on somatic embryogenesis from immature zygotic embryos of 5 turkish triticales genotypes / N. Atak, K. Muharemm, K. Khavar, S. Saglam, S. Özcan // *African J. of Biotechnology*, 2008. –V.7(11). –P.1765-1768.
5. Mendoza, M.G. Auxin and sugar effect on callus induction and plant regeneration frequencies from mature embryos of wheat (*Triticum aestivum* L.) // Mendoza M.G., Kaeppler H.F. // *In vitro cellular and developmental Biology*, 2002. –Plant 38. –P.39-45.
6. Clive, J. Global status of commercialized Biotech/GM Crops, 2006. //ISAAA Brief, 35. Ithaca, NY. –P1-2.
7. Aditya, P. Relative efficiency of anther culture and chromosome elimination techniques for haploid production in triticales x wheat and triticales x triticales hybrids. / P. Aditya, S. Gurdeep, S. Harinder // *Euphytica*. – 2006. – V.150, № 3. – P. 339-345.
8. Chaudhary, H. K. Relative efficiency of different Graminae Genera for haploid induction in Triticales x wheat hybrids through the chromosome elimination technique / H. K. Chaudhary // *Plant Breed.* – 2005. – V.124. – P.145-153.
9. Батыгина, Т. Б. Пыльник как модель изучения морфогенетических потенций и путей морфогенеза / Т. Б. Батыгина // *Эмбриология цветковых растений: Терминология и концепции. Т.1: Генеративные органы цветка* – СПб, 1994. – С.120-121.
10. Хомякова, О. В. Создание исходного материала для селекции тритикале на основе клеточных биотехнологий /Дис. канд. биол. наук. –Саратов, 2009. 143 с.
11. Молканова, О. И. Выход гаплоидных растений яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в культуре пыльников в зависимости от состава сахаров питательной среды / О. И. Молканова, Т. В. Данилова // *Изв. ТСХА*. –1984. –№4. – С. 69-75.

12. Дьячук, Т. И. Технологические и селекционные аспекты гаплоидии (на примере пшеницы и ячменя): автореф. дис. д-ра. биол. наук /Т. И. Дьячук. – Саратов, 2003. –50 с.

УДК: [631.527.33 : [631.524.6 + 631.524.7]]: 635.646

КОРРЕЛЯЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ САМОСОВМЕСТИМЫХ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ И F₁ ГИБРИДОВ БАКЛАЖАНА

Е. В. Мамонов, профессор
М. Тайлеб, аспирант

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Бұл еңбекте қиылысты тозаңданудың диаллельды анализдегі символдар мен жалпы комбинациялық мүмкіндіктері эффектілерді корреляциялау бағасы көрсетіледі. Гибридтерді өндіруде қажетті үлгілерді таңдау үшін қолданылатын әдістеме Ресей мемлекеттік аграрлық университетінде – К. А. Тимирязев атындағы МАША-да дайындалған.

В данной работе приводятся оценка корреляции между символами и общей комбинационной способности эффекты в диаллельном анализе перекрестного опыления. Методология, используемая для выбора образцов для производства гибридов, была разработана в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К. А. Тимирязева.

This work presents the estimation of correlation between characters and general combining ability effects in diallel analysis of cross pollinating populations and its parents. The methodology used to select eggplant populations for hybrids production, was developed at the Russian State Agrarian University – MTAA named after K. A. Timiryazev.

Одним из способов ускорения темпов селекции и раннего прогнозирования гетерозиса у растений является выяснение корреляционных отношений между изучаемыми признаками и отбор на основе этого положительных форм. В селекционно-генетических программах это направление занимает важное место, так как оно позволяет с достаточной достоверностью отбирать нужные генотипы без проведения сложных и долговременных исследований для создания высокоурожайных гибридов поколения.

Целью работы являлось Определение корреляций между количественными признаками самосовместимых линий и общей комбинационной способностью

Исследования проводились в 2007 - 2009 гг. на селекционной овощной станции им. Н. Н. Тимофеева.

В 2007 году, было проведена скрещивание 8- и инбредных линий: Алм, Дб, Са-П, Та-М, Ви, Ал, Ди, Мак, в системе полных диаллельных скрещиваний.

В весенне-летнем обороте в теплице были получены семена 56 гибридных комбинаций F₁, что и послужило материалом для дальнейшей работы.

В 2008 - 2009 годах было проведено испытание полученных 54 гибридов F₁ и родительских линий баклажана в весенне-летний период в необогреваемых пленочных теплицах. Опыт был заложен методом рендомизированных блоков в двух повторностях. В каждой учетной делянке было по 4 растения. Дату созревания первого плода учитывали в момент биологического созревания плодов у 75 % растений на делянке.

В 2008 -2009 годы использовали в качестве стандарта гибрид Максик F₁