

КОРНЕПЛОДНЫЕ ОВОЩНЫЕ РАСТЕНИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ, РЕЗУЛЬТАТЫ



ROOT VEGETABLES, BREEDING TRENDS, RESULTS

Федорова М.И. – доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов
Степанов В.А. – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства столовых корнеплодов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур»
143072, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, пос. ВНИИС-СОК, ул. Селекционная, д. 14
E-mail: vstepanov8848@mail.ru

**Fedorova M.I.,
Stepanov V.A.**

Federal State Budgetary Research Institution,
All-Russian Research Institute of Vegetable Breeding
and Seed Production
Selectionnaya St., 14, Odintsovo region,
Moscow oblast, p. VNISSOK, 143080, Russia
E-mail: vstepanov8848@mail.ru

Главные достоинства овощных корнеплодов в их неповторимой специфичности, они имеют большое народно-хозяйственное значение. В статье представлены их целебные свойства, а также требования, предъявляемые рынком к качеству товарной продукции. Выделены основные направления по селекции овощных корнеплодных культур: семейства сельдерейных – моркови, пастернака; семейства лебедовых – свеклы столовой; семейства капустных – редиса, редьки, дайкона, лобы, репы и брюквы. Представлен обширный исходный материал овощных корнеплодных культур: моркови, свеклы столовой, редиса, дайкона, лобы, репы, пастернака, брюквы для селекции на гетерозис, разработаны методы для ускоренного получения *ms*- и *mf*-линий, на их основе создан новый генофонд для селекции гетерозисных гибридов и сортов, предложены методы сортоподдержания.

Ключевые слова: овощные корнеплодные культуры, исходный материал, селекция, гетерозис, методы селекции, сортоподдержание.

*The main advantage of root vegetables is their unique specificity and high economic importance. The benefits and medicinal properties of root vegetables being highly demanded by the market requirements to the commodity are highlighted in the article. The main directions of breeding program for root vegetable crops, including species of Apiaceae family with carrot, parsnips; Chenopodioideae family with red beet; Brassicaceae family with radish, Daikon, Raphanus sativus L. var. lobo Sazonova & Stank, turnip and rutabaga. Initial breeding accessions of carrot, red beet, radish, Daikon, Raphanus sativus L. var. lobo Sazonova & Stank, turnip and rutabaga have been selected out to be used for breeding program for heterosis. The *mf* and *ms* breeding lines were developed, and with the use of them the new gene pool was created. Variety supporting breeding program and methods were also proposed.*

Keywords: root vegetables, initial breeding accessions, breeding, heterosis, methods of breeding, variety supporting.

Овощные корнеплодные растения появились издавна, в начале листовые и в диком виде, в настоящее время возделываются повсеместно, где существует земледелие. Морковь, свекла, редис, репа, брюква, пастернак относятся к ценным продуктам рационального питания человека, а морковь, репа, брюква необходимы также для кормления молодняка животных и птицы. Главные достоинства овощных корнеплодов в их неповторимой специ-

фичности. Морковь является наиболее доступным для организма человека источником каротина – провитамина «А», а также важная промышленная культура; пастернак среди овощных корнеплодов отличается наибольшим содержанием сухого вещества (17-33%), а масло семян является источником эссенциальных моно- (МНЖК) и полиненасыщенных (ПНЖК) жирных кислот омега-9 и омега-6, которые необходимы для нормальной жизнедея-

тельности организма человека и поддержания его здоровья. Свекла столовая содержит ценный пигмент бетанин и азотистое вещество бетаин, используемый в фармацевтической промышленности для получения ацидоля. Свекольный сок (свежевыжатый, разбавленный 1:1) полезен для профилактики язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, при ишемической болезни сердца, гипертонии и др., имеются сведения о его противоопухолевом дей-

ствии. Наличие бетанина делает свеклу столовую целебным продуктом питания; бетанин физиологически важный элемент для обмена веществ в организме человека; обладает способностью укреплять стенки кровеносных сосудов и регулировать их проницаемость. Брюква, репа корнеплодная (Петровская1), репа салатная и листовая – высоковитаминные овощи, отличаются высоким содержанием аскорбиновой кислоты, при этом аскорбиновая кислота брюквы практически не изменяется при варке и зимнем хранении, в белки брюквы входят все незаменимые аминокислоты; сахара корнеплодов репы в основном представлены моносахарами. Листья этих культур также богаты аскорбиновой кислотой (200 и более мг на 100 г). Редис, редька, дайкон – ценные источники важнейших минеральных элементов – калия, натрия, кальция, железа, фосфора, магния, серы и др., содержат бактерицидные вещества, которые тормозят рост ряда вредных микроорганизмов, чем способствуют выводу из организма радионуклидов и солей тяжелых металлов. В целом, это все важнейшие незаменимые продукты питания для человека, с целебными свойствами. Они доступны для потребления круглый год. Медицинская норма составляет 35-50 кг на человека в год.

В последнее десятилетие производственные площади под корнеплодными культурами значительно увеличились. Выращиванием их занимаются овощеводческие компании, фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели и садоводы-любители, которым нужна экономически выгодная продукция: высокотоварная, хорошего и

отличного качества и для длительного хранения, пригодная для современных механизированных технологий и переработки. Однако, существующий сортимент не полностью отвечает этим требованиям, несмотря на его достаточно большое число в Госреестре РФ. При этом сорта и гибриды F₁ селекции ВНИИССОК составляют 6,2% от числа районированных (морковь, свекла, редис). Нет гетерозисных гибридов отечественной селекции таких культур, как свекла столовая, репа, редька, лоба, пастернак. Многие сорта и гибриды F₁ зарубежной селекции не обладают достаточной устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды, так как жесткость природных условий РФ предъявляет особые требования. Российские сорта и гибриды овощных корнеплодов в своем большинстве превосходят зарубежные аналоги по адаптивности, устойчивости к цветухе. Корнеплоды отечественных сортов и гибридов хорошо переносят длительное хранение, резко не снижают урожайность и товарность на низком агрофоне, превосходят зарубежные сорта и гибриды по биохимическим показателям, отличаются более высокими вкусовыми качествами в свежем и переработанном виде. По результатам сравнительной оценки биохимических показателей корнеплодов 10 отечественных и 10 зарубежных сортопопуляций и гибридов моркови столовой содержание каротиноидов у первых выше на 20%, сухого вещества – на 9,4%, нитратов – меньше на 12%. По содержанию бетанина отечественные сорта свеклы столовой значительно превосходят сорта зарубежные, по содержанию сахаров, сухого вещества, аскорбиновой кисло-

ты и в меньшей степени накапливают нитраты (табл.). Непревзойденным по содержанию бетанина является сорт Бордо 237 российской селекции, среднее содержание 230,6 мг% [5,6].

Рынок требует отборную продукцию с товарностью не менее 98% и очень высокого качества: морковь с гладкой поверхностью корнеплода, выровненного по форме и окраске; свекла диаметром 6-10 см, массой 100-150 г с тонким осевым корешком и темной окраской мякоти корнеплода без четко выраженных колец; редиса универсального использования, устойчивого к стеблеванию, пригодного для конвейерного выращивания и новейших технологий. Основным направлением в последние десятилетия признано создание гетерозисных гибридов. Однако параллельно необходимо создавать и сортопопуляции на фертильной основе с использованием нового генофонда, так как они являются основой для получения линейного материала.

Важнейшими задачами селекции корнеплодных овощных культур являются: на основе усовершенствованных, традиционных и разработанных новых методов селекции создать гибриды F₁ и сортопопуляции овощных корнеплодных растений семейств сельдерейные, лебедовые и капустные для круглогодичного потребления со стабильно высокой урожайностью, высокими потребительскими качествами, устойчивые к биотическим и абиотическим факторам и улучшенным биохимическим составом, низким содержанием поллютантов, адаптированных для промышленных технологий и пригодные для переработки.

Таблица. Оценка свеклы столовой по биохимическим показателям

Происхождение	Содержание*			
	сухого вещества, %	суммы сахаров, %	бетанина, мг%	аскорбиновой кислоты, мг%
Отечественные	14,9	9,28	170	8,8
Зарубежные	11,0	7,92	140	8,5

* - средние данные по 13 изученным сортам и гибридам

Методика оценки степени стерильности растений свеклы столовой по фенотипическому проявлению признака ЦМС in vivo и функциональных параметров микрогаметофита в условиях in vitro



				Степень стерильности растения, %
<p>Полностью фертильные растения</p> <ul style="list-style-type: none"> - крупные выполненные пыльники с большим количеством фертильной пыльцы 				0
<p>Частично стерильные растения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разное соотношение стерильных и фертильных пыльников внутри цветка (4:1; 3:2; 2:3) - отдельные, полностью стерильные цветки в соцветиях (от 1 до 3шт.) - ветви, несущие только стерильные цветки (преимущественно ветви первого порядка) 				5 10-30 40-90
<p>Полностью стерильные растения</p> <ul style="list-style-type: none"> -пыльники от прозрачных до ярко-красных, равномерно и неравномерно окрашенных, пыльца отсутствует либо стерильна 				100

Направления селекции

Семейство сельдерейные:

- морковь столовая: гетерозисные гибриды различных групп спелости (ультраскороспелые, скороспелые, среднеспелые, позднеспелые) со стабильно высокой урожайностью (не менее 25 т/га – раннеспелых, не менее 100 т/га – среднеспелых и позднеспелых), содержанием каротина не менее 20 мг%;
- пастернак: сортопопуляции и гибриды F₁ с высокими показателями качества и семян, хорошей лежкостью корнеплодов и холодостойкостью, пригодные для механизированного возделывания;
- свеклы столовой: гибриды F₁ и сортопопуляции раздельноплодные, с высокими показателями качества корнеплодов, пригодные к длительному хранению, с генетически обусловленными параметрами размеров и головки

корнеплода, высоким содержанием бетаина – физиологически важного элемента для обмена веществ в организме человека, низким содержанием нитратов.

Семейство капустные:

- редис, редька, дайкон, лоба: гетерозисные гибриды и сортопопуляции универсального использования с высоким качеством продукции для условий защищенного и открытого грунта;
- репа листовая и салатная: с низким содержанием нитратов, устойчивые к стеблеванию, с плотной мякотью корнеплода, с устойчивостью к болезням, пригодные к длительному хранению. Одним из направлений на перспективу является пригодность к новейшим технологиям.

Исходный материал

Лучшим исходным материалом, как правило, являются линии, различные

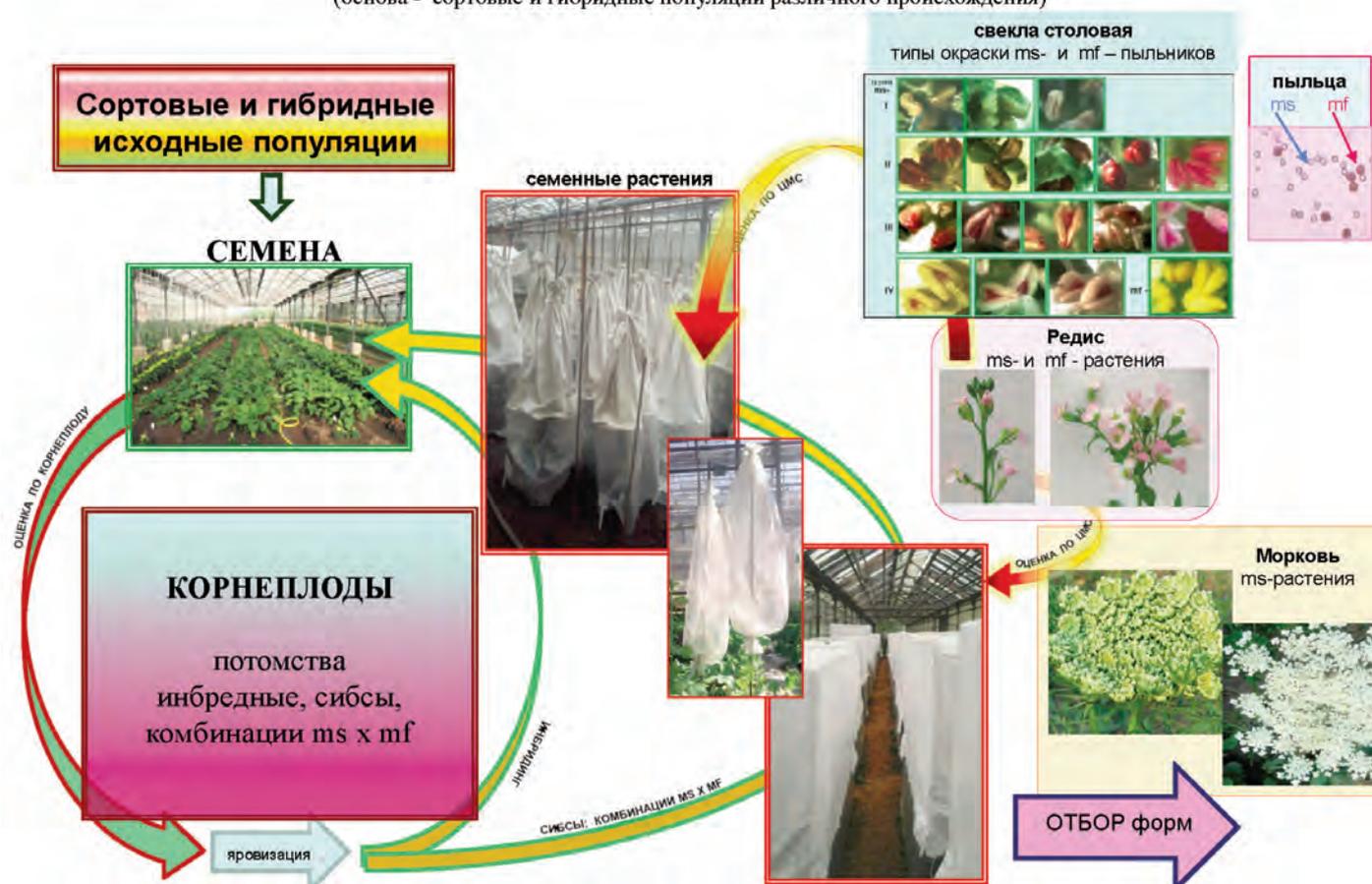
сортообразцы, сортопопуляции местного происхождения, созданные на основе районированных генисточников и предварительного изучения коллекционных сортообразцов. Местные сорта и гибриды по сравнению с зарубежными обладают рядом положительных характеристик, учитывающих специфику условий ареала распространения сорта.

Морковь. В селекционной работе в основном используется разновидность европейская каротиновая. Разновидность азиатской моркови (оранжевая и розовая) представляет интерес для создания исходных форм на засохоустойчивость и повышение посевных качеств семян. Современный сортимент, на основе которого создается исходный материал, представлен в Госреестре селекционных достижений РФ гибридами и сортами отечественной и зарубежной селекции (287 наимено-

СЕЛЕКЦИЯ НА ГЕТЕРОЗИС

Особенности и характер проявления признаков ЦМС семенных растений и корнеплода в инбредных потомствах, сибсовых скрещиваниях и гибридных комбинациях

(основа - сортовые и гибридные популяции различного происхождения)



ваний), а также коллекцией ВНИИР (около 1000 образцов).

В качестве исходного материала для дальнейшей селекции моркови используется константный гибридный генофонд, созданный во ВНИИССОК, ВНИИО и других НИУ (гибридные комбинации 10-15 поколения, созданные на фертильной основе, инбредные потомства, бекроссированные потомства разных поколений, ms- и mf линии, гибриды F₁). В их родословную входят сорта Нантская-4, Московская зимняя А-515, НИИОХ-336, Витаминная-6, Лосиноостровская-13, Шантенэ-2461, Консервная, Грибовская урожайная, Юбилейная, Гордуолес и др., а также выделенные по отдельным направлениям коллекционные образцы ВНИИР, сортопопуляции и гибриды: Марлинка, Минор, Факел, НИИОХ 336, F₁ Звезда, F₁ Грибовчанин, F₁ Надежда, F₁ Марс.

Источниками селекционно-ценных

признаков являются:

- на высокую потенциальную урожайность и содержание каротина 18-20 мг%: Лосиноостровская-13, Витаминная, Бирючукская, Amsterdam Finette, Feonia, Landan Tori и др. Полный перечень по этому и другим направлениям селекции представлен в книге «Методы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений» [2]. Урожайность корнеплодных культур в значительной степени определяется их количеством на единице площади и массой отдельного растения, при этом густота стояния растений на площади к уборке коррелирует с полевой всхожестью семян, поэтому одновременно необходимо вести селекцию на выносливость растений к загущению (до 1000-2000 тыс. /га, а также на способность формировать крупные корнеплоды (не менее 150-200 г);
- скороспелость: Нантская-4, Rotetta,

Little finger, Rossa Linga, Formula и др. сорто типа Нантская (цилиндрической формы) со средним и коротким корнеплодом;

- устойчивость к альтернариозу и фузариозу: Местная Дагестанская, Местная Красноярского края, большинство сортообразцов из Восточноазиатского центра происхождения, группа линий и отечественных сортопопуляций: Московская зимняя А-5154, Лосиноостровская 13, Артек, Нантеса, Ланда, Фанал, Ротетта, Шантенэ 2461, Минор, а также гибриды с их участием;

- лучшими для включения в селекционные программы на качество биохимического состава корнеплодов: Московская Зимняя А-515, Факел, Лосиноостровская 13, F₁ Марс, F₁ Олимпиец.

На основе гибридных поликроссных комбинаций и парных скрещиваний,

инбредных и бекроссированных потомств, создан ценный генофонд для селекции моркови на гетерозис. Гибриды F₁ отечественной селекции созданы на основе петалOIDных стерильных аналогов сортов Лосиноостровская 13, Витаминная 6, Московская зимняя А515, Нантская-4, Шантенэ 2461. Основой для выделения могут быть гибриды F₁ иностранной селекции, которые в условиях РФ выделяются по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Пастернак. Сортовое разнообразие пастернака составляет около 100 образцов.

Исходный материал для селекции на урожайность – сортообразцы из мировой коллекции ВНИИР: Half Long White, Snampion Hollow Crown, Student, Белый аист, поликроссные сортопопуляции и бекроссированные потомства, имеющие коническую и круглую форму, такие как Сердечко, Круглый, Жемчуг, Round, Sofijskii Krugal № 5.

Лучшими генисточниками являются сортообразцы Offerham и сортопопуляции Лучший из всех, Oil American, Thick Shoulder, Гернсейский. Главное направление отводится поиску исходных форм и выведению сортопопуляций пастернака, устойчивых к осыпанию, с высокой жизнеспособностью семян, морозоустойчивостью.

Свекла столовая. Сортовое разнообразие свеклы столовой насчитывает более 400 образцов. В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию всего 140 сортов и гибридов F₁, из них 26 – гетерозисные гибриды. Селекция свеклы столовой продолжается на основе созданного генофонда сортовых и гибридных популяций отечественного и иностранного происхождения.

В качестве исходного материала следует использовать отдельноплодные сортообразцы: Одноростковая, Бордо односемянная, Нежность, Любава, Гаспадыня, Adoptiv, Banko, Boltardi, Luxor, Mona, Monodet, Monogram, Red Cross, Mono-king Explorer, а также формы, созданные на их основе.

Лучшие доноры продуктивности Бордо-237, Холодостойкая, Одноростковая, Нежность, Любава, Северный шар, Хавская, Сквирский

дар, Айняй и др.; скороспелости – Грибовская плоская, Пушкинская плоская, Полярная плоская, Luxor, Avonearly, Special Crosby и другие.

Для создания ms-линий лучше использовать отдельноплодные сортопопуляции Бордо односемянная, Нежность, Любава, Одноростковая, Фортуна, Фурор, гибридные популяции F₁ Red Ace, F₁ Red Klaud и др. и инбредные потомства, созданные на их основе.

На комплекс признаков (урожайность, отдельноплодность, биохимический состав, сохранность) для селекционных целей пригодны Бордо-237, Бордовая ВНИИО, Двусемянная, Любава, Одноростковая, Нежность, Бордо Односемянная, Нежность, Фурор, Прыгажуня, Несравненная А-463.

Редис. Редис – культура с высокой антиоксидантной активностью (АОА). Среди природных антиоксидантов решающую роль играют антоцианы, которые отвечают за АОА корнеплодов редиса (коэффициент корреляции между ними составляет r=+0,93). Лучшие источники содержания антоцианов на уровне 7,08-10,18% – сортопопуляции Соната, Мавр, Королева Марго, Тепличный Грибовский, Ария; при этом сортопопуляции Соната, Мавр, Ария, а также Фея – источники высокого содержания аскорбиновой кислоты (23-26,5 мг%) [4].

Исходным материалом по редису являются старые и вновь созданные сорта, скороспелые, универсального использования, устойчивые к пониженной освещенности защищенного грунта: Тепличный грибовский, Ранний красный, Корунд, Софит, Вариант, Моховский, Королева Марго, Фея, Ария, Соната, Миф, Мавр; коллекционные образцы – New Red, Rota, Cherry bell, Real, Scharo, Scarlet globe и др.

Сорта редиса Моховский, Софит, Вариант, Соната, Королева Марго, Фея сортопопуляция сорто типа Розово-красный с белым кончиком Миф, и сорто тип темно-фиолетовый Мавр представляют новый генофонд для гетерозисной селекции. Для создания ms-линий редиса результативно использовать формы дайкона Genske, гибриды зарубежной селекции Тарзан, Дабел, Бельканто, Кайман, Фицо и др.

В качестве исходного материала для селекции на устойчивость к слизистому бактериозу выделены относительно устойчивые и средневосприимчивые образцы Моховский, Вариант, Розово-красный с белым кончиком, Софит, Halflong, Dio, Pinkie. New Red, Sermina.

Среди известных в мире сортов нет аналога сорту редиса Моховский, как формы со съедобными листьями и очень плотными, долго «не дрябнущими» вкусными корнеплодами.

Редька европейская. Европейская редька в условиях Нечерноземья в открытом грунте обеспечивает высокую урожайность. Районированные сорта европейской редьки обеспечивают уровень урожайности более 30 т/га.

Для селекции на скороспелость и устойчивость к засухе и капустной мухе в качестве исходного материала лучше использовать сорта черной редьки: Ovaler Schwarzer (Германия), Cerna Zimni (Чехия и Словакия), Long Black Spanish (Канада).

Редька японская. Наиболее приспособленными для выращивания не только в открытом, но и в защищенном грунте Нечерноземной зоне являются генисточники промежуточной разновидности японского подвида, на основе которых созданы отечественные сорта. Большинство сортов и гибридов F₁ имеют салатные листья. Сортовое разнообразие составляет 200 образцов корнеплодных и 100 – листовых и промежуточных форм. Этот сортимент в основном находится в Японии, частично во ВНИИР и ВНИИССОК [3].

В качестве исходного материала для селекции на урожайность (4,1-7,27 кг/м²) выделены образцы из японской коллекции: Nakuun F₁, Nakuuo F₁, Nakusei F₁, Tokyo market, Unpho, Nakuun kokabu, Nakuuo kokabu, Ping pong F₁, Nakuun 260 F₁, Gokuwase kanamachi, Express white F₁, Nagasaki kokabu, Гейша, Снегурочка, Юбилейная 85, Лира; на высокую товарность – Nakuuo F₁, Nakuun F₁, Siko 613 F₁, Tokyo market, Unpho, Nakuun kokabu, Nakuuo kokabu, Ping pong F₁, Nakuun 260 F₁, Гейша, Снегурочка, Юбилейная 85, Лира.

В качестве исходного материала для селекции для выращивания в защищенном грунте в зимне-весенний период являются новые листовые формы репы японской, которые отличаются высокой

урожаемостью, скороспелостью, являющиеся богатейшим источником для повышения биохимических показателей (АК) – сорта отечественной селекции Сапфир, Селекта, Бирюза.

Репка европейская. Имеет большое значение для открытого грунта Нечерноземной зоны как скороспелое овощное растение. Главными направлениями в селекционной работе с репой столовой остаются: повышение урожайности и вкусовых качеств, способность длительное время сохранять сочность мякоти, устойчивость к болезням в период вегетации и хранения, приспособленность к механизированным технологиям.

Для селекции на способность длительное время сохранять сочность мякоти рекомендуют сорта: Петровская-1, Карельская зеленоголовая, Синяя местная, Местная Уральская, Petrowsky (Нидерланды), Nauris Petrowsky (Финляндия); на скороспелость – Миланская белая, Миланская белая фиолетовоголовая, иностранные сортообразцы из США, Норвегии, Дании, Франции и Канады.

Ценным исходным материалом для селекции на устойчивость к киле являются сортогруппы из Нидерландов, Германии и Бельгии, относящиеся к сортогруппам Полудлинный белый фиолетовый и Бельгийский цельнолистый: Любимец Цваана, Подобный Любимцу Цваана, mommersteeg, s clubroot resistant, Barkant, Siloga, Figra, Taronda, Gold Ruben, Maschinella, Kiepenkeri, Vollenda, Weseler.

Количество сортов репы, зарегистрированных в Госреестре селекционных достижений РФ на 2017 год, представлено 30 наименованиями.

Дайкон и лоба имеют наибольшее хозяйственное значение в восточноазиатских странах. В качестве исходного материала для селекции в условиях Нечерноземной зоны рекомендованы сорта и гибриды следующих агроклиматипов:

- весенний агроклиматип – Harumsami F₁, Haruoshi No. 2 F₁, Spring teller F₁, Blysky F₁, Spring festival F₁, Shunrai, Eifuki; весенне-летний агроклиматип – Dayakushin F₁, Shin ichi sobutori, New crown F₁;
- летний агроклиматип – Mino-summer cross F₁, Okamoto, Mino-early long white;

- осенний агроклиматип – Honzuke riso F₁, Sensin riso F₁, Akisakari F₁, Hayazumari ookura F₁, Dzinya nagabuto, Green neck miyashige;

- зимний агроклиматип – Fuyudori miura F₁, Skurajima, а также сортопопуляции отечественной селекции – Саша (скороспелый сорт), Дубинушка, Московский богатырь, Дракон, Фаворит, и гибриды F₁ Император, Фламинго и др.

В качестве исходного материала для селекции лобы в условиях Нечерноземной зоны рекомендованы сортообразцы Красавица Подмосковья, Клык слона, Chinese half-long, Chinese shot red, Sweet acre F₁, Early red, Daebu Summer.

В качестве доноров к комплексной устойчивости к киле и слизистому бактериозу могут быть использованы сортообразцы: Yokomokei, Kuro daikon, Waincha, Ibuki daikon, Kiriba matsumoto jidaikon, Kura daikon, Taibyuo wase shogoin.

Брюква. В районировании находится шесть сортов брюквы. Мировой генофонд брюквы представлен большим разнообразием сортообразцов по различным направлениям селекции. В качестве исходного материала могут быть использованы сорта Красносельская, Верейская, Гера, Новгородская и сортообразцы сортогруппы Вильгельмбургская (округлая форма корнеплода с малым количеством боковых корней, гладкость кожуры, небольшая головка), сортообразцы из коллекции ВНИИР.

Методы и схемы селекционной работы

Основой разработки методики селекции, специфичной для овощных корнеплодов, использована методика из практики зерновых и некоторых технических культур (кормовые культуры).

Первый селекционер и первый автор сортов (морковь Нантская-4, репа Петровская-1, Брюква Красносельская) Жегалов С.И. в начале своей деятельности в двадцатые годы писал: «приходилось все начинать с самого начала и на ходу устанавливать направления и цели при отборах, приемы учета, технику размножения элитных семян и др., приходилось находить дальнейший путь ощупью» [1].

Первое время селекционеры-практики широко использовали биометрический метод, который оказался очень полезным для выработки критического отношения к получаемым цифрам и предостерегал от поспешных выводов. Изучение признаков проводили под углом изменчивости и взаимосвязи.

Коллекционный питомник местных и сортообразцов иностранной селекции являлся источником для выделения и отбора материала методом массового отбора; затем сорта создавали путем свободного переопыления ряда коллекционных образцов, сходных по группе морфобиологических параметров (по типу поликросса). Так созданы сорта моркови Нантская-4, Бордо 237. Далее применяли метод топкросса, парных скрещиваний, инбридинг, биотехнологические методы и отбора по гаметофиту, а также методы молекулярного анализа.

Создание гетерозисных гибридов столовых корнеплодов является главным направлением селекционной работы. Гибридные растения – это принципиально новые формы с четко выраженными адаптивными свойствами, более выровненные, имеющие на порядок лучший товарный вид, более продуктивные и лучшего качества. В гибриде легко комбинируются любые сочетания признаков. В селекции на гетерозис у корнеплодных культур используют такие явления как цитоплазматическая мужская стерильность ЦМС (морковь, свекла столовая, редис, дайкон, лоба) и самонесовместимость (редис, репа, дайкон, брюква).

Селекция на гетерозис во всем мире имеет приоритет. В гетерозисной селекции моркови используют два типа стерильности: браун и петалоид. Растения с типом стерильности браун при цветении образуют недоразвитые тычинки с коричневыми пыльниками, лишены фертильной пыльцы; у растений с типом петалоид цветки почти махровые и тычинок не имеют. Наиболее стабилен петалоидный тип стерильности. В селекции редиса, дайкона и лобы используют ЦМС-Ogura, свеклы столовой – ЦМС с красными пыльниками и другие модификации [7]. Схема селекции включает основной питомник – инбредные потомства различной степени инбридинга (не менее

семи поколений инбридинга). Оценка по степени стерильности, выделение лучших ms- и mf-растений, sibсовые скрещивания по типу поликросса, использование метода топкросса для оценки линий А и В и селекция отцовского компонента – линии С.

Использование ЦМС столовых корнеплодов в селекции на гетерозис предусматривает:

- выявление источников мужской стерильности цветков и закрепителей стерильности;
- определение особенностей строения и проявления различных форм мужской стерильности;
- создание стерильных аналогов исходных мужски фертильных линий и сортов: изоляция растений, система скрещивания мужски стерильных и мужски фертильных растений, анализ потомств на константность по признаку ЦМС и по признакам опылителя, получение семян;
- получение инбредных закрепителей стерильности и линий – опылителей (изоляция растений, система самоопыления, анализ самоопыленных потомств на константность основных признаков и фертильность пыльцы, получение семян);
- оценка мужски стерильных форм и линий-опылителей на комбинационную способность (общая и специфическая);
- получение и изучение гетерозисных гибридов с использованием ЦМС.

Степень доминирования количественных признаков по сравнению с родительскими компонентами определяют по формуле Г.М. Бейла и Р.Е. Аткинса:

$hp = (F_1 - \mu P) / (P - \mu P)$, где hp – степень доминирования; F_1 – среднее арифметическое признака в первом поколении гибрида; P – среднее арифметическое признака более продуктивной родительской формы; μP – среднее арифметическое признака обеих родительских форм.

Величину истинного гетерозиса по основным хозяйственно ценным признакам рассматривают как превышение значения признака у гибрида по сравнению с величиной признака у лучшего родительского компонента:

$$G_{\text{ист}} = (F_1 - P) / P_{\text{лучш}}$$

Селекция сортопопуляций на фертильной основе и гибридов F_1 включает все этапы селекционного процесса и проводится по полной схеме.

Как сказано выше, в последнее время и на перспективу по большинству корнеплодных овощных культур (морковь, свекла, редис, дайкон, лоба) главным направлением является селекция на гетерозис. Это не исключает создание продуктивных высокоадаптивных гибридных сортопопуляций на фертильной основе, которые служат исходным материалом для инбридинга. К числу таких относятся сортопопуляции Лосиноостровская 13, Московская Зимняя А-515, Марлинка, Минор, Минчанка, Шантенэ 2461, Витаминная 6, НИИОХ 336, Нантская-4 и другие отечественной селекции. Использование созданных селекционерами ms- и mf-линий: ЛГ1113С, ЛГ333В, 266 МФ, 267 МС, 1585 МФ, линия 269 МФ, линия 268 МС, значительно сократят сроки создания новых гибридов.

На выведение сорта или гибрида двулетней перекрестноопыляющей культуры затрачивается более 15 лет. Для более успешного ведения селекционного процесса и его ускорения большое значение имеет использование прогрессивных методов селекции: выращивание двулетних корнеплодных культур в защищенном грунте, в камерах искусственного климата (селекционный процесс сокращается в два раза), применение методов гаметной селекции, биотехнологических методов удвоенных гаплоидов в культуре пыльников и семяпочек, методов молекулярно-генетического анализа и другие.

Поддерживающая селекция

Популяционная генетическая природа овощных корнеплодных растений для своего равновесного состояния в сортах должна постоянно поддерживаться направлением отбора. Такой отбор состоит из питомников высших семенных репродукций – суперэлиты, элиты и питомников испытания потомств. Напряженность отбора в суперэлиту составляет 3-5%, в элиту – 30-40%. Такая возможность отбора обеспечивается при обязательном ежегодном весеннем анализе маточников. Питомники испытания потомств закладывают один раз в 5-7 лет при обнаружении компрометирующих форм (гибридные растения, другие сорта и отклонения) и для улучшения продуктивности сортопопуляций и линейного материала. Изучают маточные потомства не менее 200 растений двух поколений.

Литература

1. Ордынский В.В. Развитие и состояние работ на Грибовской станции. // Селекция и семеноводство овощных растений. ОГИЗ. Сельхозгиз. – 1936. – С. 10-27.
2. Федорова М.И., Степанов В. А., - Методы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений. Москва. 2003. – 283 с.
3. Бунин М.С. Новые овощные культуры России. ФГНУ «Росинформагротех». Москва. 2002. – С.149-209.
4. Голубкина Н.А., Федорова М.И., Надежкин С.М. Показатели антиоксидантной активности редиса *Raphanus sativus* L. // Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции. Москва. – 2004. – С.214-217.
5. Борисов В.А. Фильрозе Н.А., Федорова М.И., Романова А.В. Качество сортов и гибридов свеклы столовой и их сохраняемость. // Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции. Москва. – 2004. – С.162-169.
6. Борисов В.А., Янченко Е.В., Федорова М.И., Романова А.В. Питательная ценность сортов и гибридов моркови столовой. // Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции. Москва. – 2004. – С.170-173
7. Балков И.Я. ЦМС сахарной свеклы // М.: ВО «Агропромиздат». 1990. – С.6-14.