

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕЛЕКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ САДОВОДСТВА И ПИТОМНИКОВОДСТВА»

На правах рукописи

БОХАН

Александр Иванович

**Селекция и технология семеноводства
корнеплодных овощных культур**

06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Москва-2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
Основная часть	17
Глава 1 Селекция и семеноводство корнеплодных овощных культур (обзор литературы)	17
1.1 Культура моркови столовой (<i>Daucus carota</i> L.), происхождение, морфологические и биологические особенности.....	17
1.2 Народнохозяйственное значение, происхождение, классификация, биологические особенности корнеплодных растений вида <i>Raphanus sativus</i> L....	27
1.3 Происхождение и биологические особенности свеклы столовой (<i>Beta vulgaris</i> L.).....	31
1.4 Исходный материал для селекции корнеплодных овощных культур.....	37
1.5 Основные направления селекции и семеноводства корнеплодных овощных культур.....	46
Выводы по главе 1.....	50
Глава 2 Условия, методы проведения исследований	51
2.1 Условия проведения исследований.....	51
2.2 Объекты и предмет исследований.....	56
2.3 Материалы и методы исследований.....	57
Выводы по главе 2.....	65
Глава 3 Оценка исходного материала моркови и свеклы столовой	66
3.1 Оценка образцов моркови и свеклы столовой в условиях Республики Беларусь.....	66
3.1.1 Оценка образцов моркови столовой по морфологическим и хозяйственно ценным признакам.....	66
3.1.2 Новый биохимический метод оценки исходного материала моркови столовой на устойчивость к бурой пятнистости листьев.....	84
3.1.3 Оценка исходного материала моркови и свеклы столовой на устойчивость к болезням.....	91

3.2 Оценка образцов моркови и свеклы столовой в условиях Центрального региона России.....	98
3.2.1 Оценка образцов моркови и свеклы столовой из генетической коллекции ВИР по комплексу хозяйственно ценных признаков.....	98
3.2.2 Анатомо-морфологическое изучение листьев коллекционных образцов моркови столовой.....	101
Выводы по главе 3.....	103
Глава 4 Разработка методов искусственного мутагенеза и полиплоидии в целях создания нового исходного материала для селекции редиса и свеклы столовой.....	107
4.1 Полиплоидия в селекции редиса.....	107
4.1.1 Изучение методов получения полиплоидных форм.....	107
4.1.2 Характеристика образцов по морфологическим признакам.....	111
4.1.3 Оценка полиплоидных форм по хозяйственно ценным признакам.....	113
4.2 Метод искусственного мутагенеза в селекции редиса и свеклы столовой.....	115
4.2.1 Изучение способов обработки корнеплодов и семян мутагенными факторами.....	115
4.2.2 Характеристика растений редиса и свеклы столовой после предпосевного облучения семян.....	123
4.2.3 Перспективный исходный материал с комплексом хозяйственно ценных признаков для дальнейшей селекции свеклы столовой и редиса.....	131
Выводы по главе 4.....	133
Глава 5 Оценка коллекционных и селекционных образцов корнеплодных растений вида <i>Raphanus sativus</i> L. (редис, редька, дайкон, лоба).....	136
5.1 Оценка коллекционных и селекционных образцов по комплексу хозяйственно ценных признаков.....	136
5.1.1 Изучение морфологических признаков.....	136
5.1.2 Характеристика образцов по хозяйственно ценным признакам.....	155
5.1.3 Оценка селекционных образцов редиса.....	169
5.2 Интродукция и селекция лобы.....	176

5.2.1 Оценка сортов по комплексу хозяйственно ценных признаков.....	176
5.2.2 Определение оптимальных способов и сроков посева, способов хранения маточных корнеплодов.....	180
Выводы по главе 5.....	183
Глава 6 Создание новых сортов и гибридов корнеплодных культур с комплексом хозяйственно ценных признаков.....	186
6.1 Новые сорта и гибриды корнеплодных культур для условий Республики Беларусь.....	186
6.1.1 Сорта и гибриды моркови столовой.....	186
6.1.1.1 Гибрид Вулкан.....	186
6.1.1.2 Сорт Минчанка.....	190
6.1.1.3 Сорт Литвинка.....	194
6.1.2 Сорт пастернака Пан.....	196
6.1.3 Сорт свеклы столовой Веста.....	202
6.1.4 Сорт катрана Эльбрус.....	205
6.1.5 Сорт хрена обыкновенного Велес.....	208
6.1.6 Сорт дайкона Олимп.....	214
6.2 Новые сорта корнеплодных культур для условий Центрального региона России.....	215
6.2.1 Сорт моркови столовой Дар Подмосковья.....	215
6.2.2 Сорт свеклы столовой Осенняя Принцесса.....	218
6.2.3 Сорт сельдерея корневого Московский Великан.....	221
6.2.4 Сорт редьки Осенняя Удача.....	222
6.2.5 Сорт петрушки корневой Альбина.....	223
6.2.6 Сорт пастернака Атлант.....	225
6.2.7 Сорт редиса Михневский 1.....	227
6.2.8 Сорт дайкона Осенний Красавец.....	229
Выводы по главе 6.....	231
Глава 7 Технологические аспекты семеноводства корнеплодных культур.....	237
7.1 Особенности семеноводства моркови столовой.....	237

7.1.1 Влияние способов выращивания на семенную продуктивность растений моркови столовой.....	237
7.1.2 Изучение зонального размещения семенных посевов.....	239
7.1.3 Пути снижения пораженности семенных посевов моркови столовой бурой пятнистостью листьев.....	241
7.1.4 Влияние сроков посева моркови, способов хранения и генотипа образца на пораженность корнеплодов при хранении.....	251
7.1.5 Пораженность семенных растений бурой пятнистостью листьев и их фитосанитарное состояние в зависимости от способов выращивания семенников моркови столовой.....	255
7.2 Методика и техника воспроизводства оригинального посадочного материала хрена обыкновенного и катрана.....	264
7.2.1 Изучение способов и сроков посадки маточных черенков хрена.....	264
7.2.2 Технология создания оздоровленного посадочного материала хрена обыкновенного культивированием меристем <i>in vitro</i>	271
7.2.3 Особенности технологии возделывания катрана на семена.....	276
Выводы по главе 7.....	281
Заключение	286
Рекомендации для производства и селекционной практики	291
Перечень условных обозначений	296
Список литературы	297
Приложения	328
Приложение 1 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта моркови столовой Дар Подмосковья.....	329
Приложение 2 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта свеклы столовой Осенняя Принцесса.....	332
Приложение 3 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта сельдерея корневого Московский Великан.....	335
Приложение 4 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта редьки Осенняя Удача.....	337

Приложение 5 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта петрушки корневой Альбина.....	340
Приложение 6 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта пастернака Атлант.....	342
Приложение 7 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта редиса Михневский 1.....	344
Приложение 8 Оценка отличимости, однородности и стабильности сорта дайкона Осенний красавец.....	347
Приложение 9 Справка, выданная ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений Республики Беларусь».....	350
Приложение 10 Свидетельство селекционера на сорт моркови Литвинка	352
Приложение 11 Свидетельство селекционера на сорт моркови Минчанка.....	353
Приложение 12 Свидетельство селекционера на сорт катрана Эльбрус.....	354
Приложение 13 Свидетельство селекционера на сорт хрена Велес.....	355
Приложение 14 Свидетельство селекционера на сорт свеклы столовой Веста....	356
Приложение 15 Авторское свидетельство на сорт петрушки Альбина.....	357
Приложение 16 Авторское свидетельство на сорт пастернака Атлант.....	358
Приложение 17 Авторское свидетельство на сорт редиса Михневский 1.....	359
Приложение 18 Авторское свидетельство на сорт дайкона Осенний Красавец...	360
Приложение 19 Патент на сорт редиса Михневский 1.....	361
Приложение 20 Патент на сорт дайкона Осенний Красавец.....	362
Приложение 21 Патент на сорт петрушки Альбина.....	363
Приложение 22 Патент на сорт пастернака Атлант.....	364
Приложение 23 Серебряная медаль выставки «Золотая осень 2017».....	365
Приложение 24 Диплом выставки-ярмарки «Фазенда 2017».....	366
Приложение 25 Справка о достижениях и внедрении авторских сортов и технологий семеноводства в РУП «Институт овощеводства».....	367
Приложение 26 Акт о внедрении результатов исследований (КФХ «Сиреники», Минская область).....	370

Приложение 27 Акт о внедрении результатов исследований (КУСП «Молодая Гвардия», Бресткая область).....	371
Приложение 28 Акт о внедрении результатов исследований (Гомельская областная ассоциация производителей плодоовощной продукции, Гомельская область).....	372
Приложение 29 Акт о внедрении результатов исследований (КСУП «Брилево», Гомельская оюласть).....	374
Приложение 30 Акт о внедрении результатов исследований (КФХ «Сиреники», Минская область).....	375
Приложение 31 Акт о внедрении результатов исследований (ОАО «Комбинат Восток», Минская область).....	376
Приложение 32 Акт о внедрении результатов исследований (КФХ «Сиреники», Минская область).....	377

ВВЕДЕНИЕ

Овощные корнеплодные культуры (морковь, свекла, редис, редька, лоба, дайкон, пастернак, петрушка, сельдерей, катран, хрен) возделывают повсеместно, где существует земледелие. В пищу употребляют в основном подземную часть этих растений – корнеплод, хотя некоторые дают прекрасную витаминную зелень (сельдерей, петрушка, пастернак и др.). Без обширной группы этих культур невозможно представить ни российское овощеводство, ни стол россиянина. Трудно переоценить значение корнеплодов в структуре питания населения России, особенно в северном и центральном регионах, где морковь, свекла занимают одно из ведущих мест. По научно-обоснованным данным Института питания РАН в среднем человеку необходимо употреблять в год 7-10 кг моркови столовой и 6-10 кг свеклы столовой (Пивоваров, 2006, 2017).

Актуальность темы. Новые экономические условия предъявляют более высокие требования к сортам и гибридам корнеплодных овощных культур. В связи с этим резко возрастает роль сорта, как важнейшего элемента в цепи высокотехнологичных процессов производства данных культур. Поэтому селекция корнеплодных овощных культур должна быть направлена на создание конкурентоспособных сортов и гибридов с качественно новыми хозяйственно ценными признаками. К ним относятся привлекательный вид, стабильно высокая урожайность, высокие вкусовые качества и улучшенный биохимический состав, низкое содержание нитратов, устойчивость к стрессовым факторам среды, в том числе и к болезням, приспособленность к механизированным энергоэкономным технологиям (Федорова, Степанов, 2005).

Перспективным направлением научных исследований согласно Прогнозу научно-технологического развития России до 2030 года является создание новых высокопродуктивных, устойчивых к патогенам и неблагоприятным условиям окружающей среды сортов и гибридов сельскохозяйственных растений с использованием биотехнологий (Гребенюк и др., 2014).

В селекции корнеплодных овощных культур наибольшее распространение получило выведение сортов с использованием местных и зарубежных сортовых

гибридных популяций и линий. При этом широко применяются методы гибридизации и отбора. Отбор проводится как внутри популяции, так и при получении межлинейных гибридов. Основными критериями отбора и подбора родительских компонентов для гибридизации являются урожайность, товарность, устойчивость к цветущности, стабильность химического состава корнеплода, устойчивость к комплексу болезней (Сазонова, 1983; Леунов, 2011).

В настоящее время селекционерами многих стран созданы ценные высокоурожайные, экологически пластичные сорта. Однако одним из главных недостатков большинства сортов и гибридов зарубежной селекции является их низкая устойчивость к болезням. Создание и внедрение в производство высокоустойчивых к болезням сортов и гибридов является наиболее экономичным и экологически безопасным методом защиты растений овощных культур от болезней (Вавилов, 1987; Балашова, 1989; Осипова, 2007; Леунов, 2011).

Переход к адаптивному растениеводству предусматривает, что возделываемые виды и сорта сельскохозяйственных растений будут способны с наибольшей эффективностью использовать природные ресурсы. Основу же составляет устойчивость сельскохозяйственных культур к действию абиотических и биотических стрессоров (Жученко, 2005).

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь (2017) включено 70% сортов и гибридов иностранной селекции и только четыре сорта созданы белорусскими селекционерами (Холодостойкая 19, Прыгажуня, Гаспадыня, Веста), что обуславливает необходимость импортировать семена свеклы столовой. Районированные сорта свеклы столовой не всегда удовлетворяют требованиям современного сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности.

Атуальным направлением в работе со свеклой является создание высокопродуктивных одно-двусемянных сортов и гибридов свеклы столовой, устойчивых к стеблеванию и основным болезням, с высоким содержанием в корнеплодах биологически активных веществ, пригодных к механизированному

возделыванию, а также обеспечивающих не только кондиционность семян, и соответствующее их качество по требованиям интенсивных технологий.

Важным направлением увеличения производства редиса и повышения его качества является выделение и внедрение в производство новых сортов и гибридов интенсивного типа с комплексом хозяйственно ценных признаков. Районированные сорта и гибриды не в полной мере соответствуют этим требованиям. В разрешении данной проблемы большая роль принадлежит исходному материалу.

Следует отметить, что вопросы оценки исходного материала и выявление источников хозяйственно ценных признаков для селекции редиса в условиях Республики Беларусь изучены недостаточно. Не полностью изучена реакция сортов на условия выращивания.

В настоящее время в Госреестр сортов Республики Беларусь (2017) включены лишь четыре сорта моркови (Лявониha, Паулинка, Минчанка, Литвинка) отечественной селекции среди 56 сортов и гибридов иностранной селекции. Для удовлетворения потребностей республики необходимо расширить ассортимент отечественных сортов этой культуры и создать сорта обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков, адаптированных к условиям республики. Поэтому селекция моркови столовой является актуальным направлением.

Важным направлением работы с морковью столовой является организация в Беларуси системы семеноводства. Семена в сельскохозяйственном производстве являются определяющим звеном в получении высокого урожая хорошего качества. Для обеспечения достаточного количества семян необходимо иметь чётко организованную систему ведения семеноводства, в задачи которой входит не только их размножение до планируемых объёмов, но и поддержание генетически обусловленных признаков и хозяйственно ценных свойств сортов и гибридов, рекомендованных для определенных экологических зон. Семеноводство моркови столовой необходимо вести в зоне районирования сорта и гибрида. Это связано с тем, что агроклиматические зоны накладывают

существенный отпечаток на процессы роста и развития растений, определенным образом изменяя проявление хозяйственно ценных признаков (Гануш, 1996).

Согласно программе развития овощеводства в Республике Беларусь на 2010-2015 гг. для удовлетворения потребности населения в свежей и переработанной продукции моркови столовой, исходя из нормы потребления 10 кг в год на одного человека, согласно медицинским нормам, ежегодное валовое производство корнеплодов данной культуры должно находиться на уровне 100 тыс. тонн (Гануш, 1996). Для производства корнеплодов моркови столовой необходимо ежегодно засеивать 2000 га, при этом потребность в семенах ежегодно составит 4000 кг. В республике для получения семян первой репродукции необходимо ежегодно производить 100-150 кг элитных семян.

Следовательно, актуальным направлением для селекции сортов корнеплодных овощных культур являются проведение комплексного исследования по изучению и созданию исходного материала, использование новых методов оценки коллекционных и селекционных образцов, разработка технологических приемов семеноводства.

Цель работы и задачи исследования. Целью исследований является создание сортов корнеплодных овощных культур с комплексом хозяйственно ценных признаков и разработка технологических приемов оригинального семеноводства.

Для достижения данной цели были определены следующие **задачи**:

1. Провести скрининг видового и сортового разнообразия корнеплодных овощных культур по комплексу хозяйственно ценных признаков в условиях Республики Беларусь и Центрального региона России.

2. Создать исходный материал для селекции сортов и гибридов корнеплодных овощных культур, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам внешней среды.

3. Разработать новый биохимический метод оценки исходного материала моркови столовой на устойчивость к бурой пятнистости листьев.

4. Методом искусственного мутагенеза создать исходный материал для селекции сортов и гибридов редиса и свеклы столовой.

5. Создать сорта и гибриды корнеплодных овощных культур (морковь столовая, свекла столовая, редис, редька, дайкон, лоба, пастернак, петрушка корневая, сельдерей корневой, хрен обыкновенный, катран) с комплексом хозяйственно ценных признаков для условий Республики Беларусь и Центрального региона России.

6. Усовершенствовать технологические приемы первичного и товарного семеноводства моркови столовой. Изучить зональное размещение семенных посевов моркови столовой в условиях Республики Беларусь.

7. Разработать способы воспроизводства оригинального посадочного материала хрена обыкновенного и катрана.

8. Оценить экономическую эффективность возделывания новых сортов овощных корнеплодных культур.

Научная новизна. Впервые в условиях Республики Беларусь обоснована возможность введения в культуру новых видов корнеплодных овощных культур (*Crambe* L., *Raphanus sativus* L. var. *lobo* Sazon. et Stankev.).

Разработан новый метод биохимической оценки исходного материала моркови столовой на устойчивость к бурой пятнистости листьев, основанный на определении активности пероксидазы в листьях. Установлено, что сорта моркови столовой с высокой урожайностью и товарностью корнеплодов, обладают мелкоклеточной структурой эпидермиса и большим количеством устьиц на единицу площади листа, что свидетельствует о высокой адаптивной способности.

Усовершенствован способ клонального микроразмножения с использованием множественного побегообразования из пазушных почек листа растений *Armoracia rusticana* P. Gaertn. et al.

Методом искусственного мутагенеза получен новый исходный материал для селекции сортов редиса и свеклы столовой с отработкой доз и способов воздействия мутагена.

Созданы новые сорта корнеплодных овощных культур (*Daucus carota* L., *Beta vulgaris* L., *Raphanus sativus* L. (редиса, редьки, дайкона, лобы), *Petroselinum crispum* Mill., (*Pastinaca sativa* L., *Apium graveolens* L., *Crambe* L., *A Armoracia rusticana* P. Gaertn. et al. с высокой урожайностью корнеплодов и устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессовым факторам внешней среды для условий Республики Беларусь и Центрального региона России.

Усовершенствованы технологические приемы первичного и товарного семеноводства моркови столовой в условиях Республики Беларусь. Разработаны способы воспроизводства оригинального посадочного материала хрена обыкновенного и катрана.

Практическая значимость работы. Для условий Республики Беларусь созданы и включены в Госреестр сортов Республики Беларусь сорта корнеплодных овощных культур: моркови столовой – Минчанка, Литвинка; свеклы столовой – Веста; пастернака – Пан; лобы – Фергана; хрена обыкновенного – Велес; катрана – Эльбрус. Проходят ГСИ сорта: моркови столовой – Вулкан; дайкона – Олимп.

Созданы сорта корнеплодных овощных культур с комплексом хозяйственно ценных признаков для условий Центрального региона России, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию и в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений: редиса – Михневский 1; дайкона – Осенний Красавец; петрушки корневой – Альбина; пастернака – Атлант. В системе ГСИ испытываются сорта: моркови столовой – Дар Подмосковья; свеклы столовой – Осенняя Принцесса; сельдерея корневого – Московский Великан; редьки – Осенняя Удача.

Применение методов отбора на ранних этапах позволяет сократить селекционный процесс корнеплодных овощных культур.

Для селекции создан уникальный генофонд корнеплодных овощных культур различного эколого-генетического происхождения.

Выделены генетические источники устойчивости, сочетающие высокий уровень адаптации к комплексу неблагоприятных абиотических и биотических факторов с высокой продуктивностью.

Полученные сорта возделываются в промышленных овощеводческих хозяйствах: КСУП «Брилево» (Гомельский район); КУСП «Молодая гвардия» (Брестский район); КФХ «Сиреники» (Минский район); ОАО «Комбинат Восток» (Минский район). Переданы как источники для селекции в другие научно-исследовательские учреждения: РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию (Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь); ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов имени Н.И. Вавилова» (ВИР).

Основные положения, выносимые на защиту:

- Создание и оценка адаптивного генофонда корнеплодных овощных культур различного эколого-генетического происхождения по устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам как источников хозяйственно ценных признаков для селекции в условиях Республики Беларусь и Центрального региона России.

- Экспресс-метод биохимической оценки исходного материала моркови столовой по устойчивости к бурой пятнистости листьев.

- Метод искусственного мутагенеза для создания генетического разнообразия в селекции редиса и свеклы столовой.

- Созданные новые сорта корнеплодных овощных культур (морковь столовая, свекла столовая, редис, редька, дайкон, лоба, пастернак, петрушка корневая, сельдерей корневой, хрен обыкновенный, катран) с высокой продуктивностью, устойчивостью к основным заболеваниям, продолжительным периодом зимнего хранения корнеплодов, пригодные для экологически безопасных технологий возделывания.

- Способы воспроизводства оригинальных семян и посадочного материала корнеплодных овощных культур в условиях Республики Беларусь, обеспечивающие получение качественных маточных корнеплодов и семян.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международных научно-практических и дистанционных конференциях: «Эффективное овощеводство в современных условиях» (Минск, 2005); «Современные технологии сельско-хозяйственного производства» (Гродно, 2011); «Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных, плодово-ягодных и лекарственных растений» (Москва, 2011); «Интродукция нетрадиционных и редких растений» (Ульяновск, 2012); «Современное состояние и перспективы инновационного развития овощеводства» (Минск, 2014г); «Современные технологии сельско-хозяйственного производства» (Гродно, 2014); «Инновационные аспекты агроэкологии в повышении продуктивности растений и качества продукции», (Москва, 2014); «Селекция овощных культур на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам», (Москва, 2014); «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений» (Махачкала, 2014); «Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы» (Москва, 2015); «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (Киров, 2015); «Современные технологии сельско-хозяйственного производства» (Гродно, 2016); «Актуальные направления в развитии биотехнологии и интегрированной защиты растений», (Москва, 2017); «Рациональное использование генофонда культурных растений в современных условиях развития сельского хозяйства» (Москва, 2017).

Публикация результатов исследований. Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 60 статьях, среди которых 14 публикации в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ. Основные положения защищены 4 патентами на селекционные достижения, 10 авторскими свидетельствами на сорта.

Личный вклад соискателя. Диссертационная работа подготовлена на основании результатов полевых и лабораторных исследований, систематизации и математической обработке полученных данных, выполненных автором самостоятельно. Постановка и проведение лабораторных, полевых

экспериментов, статистическая обработка и анализ, систематизация полученных данных и компьютерная верстка диссертации выполнены автором лично.

Работа выполнена в 2003-2015 гг. в РУП «Институт овощеводства» и в 2013-2017 гг. в ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» лично, при участии научного сотрудника Ю.М. Налобовой (2005-2013 гг.), младшего научного сотрудника А.С. Никитиной (2008-2012 гг.), старшего научного сотрудника, к.с.-х.н. А.П. Шклярова (2003-2013 гг.), заведующего лабораторией биотехнологией, к.биол.н. И.В. Павловой (2010-2013 гг.), старшего научного сотрудника, к.с.-х.н. В.В. Опимаха В.В. (2006-2013 гг.), научного сотрудника И.С. Бутова (2007-2011 гг.), старшего научного сотрудника И.Б. Саук (2012-2013 гг.), доцента, к.биол.н. В.С. Анохиной (2012-2013 гг.), ведущего научного сотрудника, к.с.-х.н. С.М. Мотылевой (2013-2017 гг.), старшего научного сотрудника, к.с.-х.н. В.Е. Юдаевой В.Е. (2013-2017 гг.). Автор выражает им огромную благодарность.

Особую благодарность автор выражает своим учителям д.с.-х.н., профессору Маргарите Ивановне Федоровой и д.с.-х.н., доценту Вере Леонидовне Налобовой.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав с выводами, заключения, рекомендаций для производства и селекционной практики, списка литературы, включающего 310 наименований. Материал диссертации изложен на 377 страницах компьютерного текста, включающего 121 таблицу, 71 рисунок и 32 приложения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1 СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КОРНЕПЛОДНЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Культура моркови столовой (*Daucus carota* L.), происхождение, морфологические и биологические особенности

Морковь (*Daucus carota* L.) является одним из популярных корнеплодных растений, выращиваемых во всем мире, и является самым важным источником диетических каротиноидов (Block, 1994; Torronen и др., 1996; Леунов, 2011). Китай является крупнейшей страной-производителем моркови в мире. Площадь занятая под морковью в Индии составляет 22 538 га с годовым объемом производства 4,14 тыс. тонн (Thamburaj, Singh, 2005). В последние годы потребление моркови неуклонно возрастает из-за признания ее в качестве важного источника естественных антиоксидантов (Dreosti, 1993; Speizer и др., 1999).

Содержание воды в корнеплодах моркови составляет от 86 до 89% (Howard и др., 1962; Gill, Kataria 1974; Gopalan и др., 1991). В съедобной части моркови содержится около 10% углеводов, имеющих растворимые углеводы от 6,6 до 7,7 г/100 г и белка от 0,8 до 1,1 г/100 г (F.D. Howard и др., 1962). Г. Каур и др. (Kaur et al., 1976) установили, что в корнеплодах моркови содержится 1,67-3,35 % восстанавливающих сахаров, 1,02-1,18 % невосстанавливающих сахаров. П.В. Саймон и Р.Ц. Линдсей (Simon, Lindsay, 1983) выявили, что содержание свободных сахаров составляет 6-32%. Определены свободные сахара: сахароза, глюкоза, ксилоза и фруктоза (Kalra и др., 1987). Сырое волокно в корнеплодах моркови состоит из 71,7, 13,0 и 15,2 % целлюлозы, гемиклулозы и лигнина

соответственно (Kochar, Sharma, 1992). Содержание целлюлозы в 4 разновидностях моркови варьирует от 35 до 48% (Robertson и др., 1979). Среднее содержание нитратов и нитритов в свежей моркови составляло 40 и 0,41 мг/100 г соответственно (Bose, Som, 1986; Miedzobrodzka и др., 1992).

Вкус моркови главным образом обусловлен присутствием глутаминовой кислоты и буферным действием свободных аминокислот. Корнеплоды содержат янтарную кислоту, α -кетоглутаровую кислоту, молочную кислоту и гликолевую кислоту (Kalra и др., 1987). Кофеиновая кислота является преобладающей фенольной кислотой в моркови. Тиамин, рибофлавин, ниацин, фолиевая кислота и витамин С присутствуют в значительных количествах в корнеплодах моркови (Howard и др., 1962; Bose, Som, 1986). Содержание антоцианинов в корнях может варьироваться от 0,01 до 1750 мг/кг в черной моркови (Mazza, Minizte, 1993). Основные антоцианины были идентифицированы как цианидин 3-2-ксилозилгалактозид, цианидин-3-ксилозилглюкозилгалактозид и 3-ферурилглюкозилглюкозилгалактозид цианидина (Harborne, 1976).

Каротиноиды присутствуют внутриклеточно, и их действие связано с регуляцией экспрессии генов или эффектами клеточных функций, таких как ингибирование адгезии моноцитов и активации тромбоцитов (Rock, 1997). Эти биологические эффекты не зависят от активности провитамина А и были отнесены к антиоксидантным свойствам каротиноидов, дезактивации свободных радикалов и синглетного кислородного тушения (Krinsky, 1989; Palozza, Krinsky 1992). В общем, каротиноиды в пищевых продуктах классифицируются на каротины и ксантофилы, которые придают привлекательный красный или желтый цвет и способствуют качеству пищи. Структурно каротиноиды могут быть ациклическими или содержать кольцо из 5 или 6 атомов углерода на одном или обоих концах молекулы (Carle, Schiber, 2001). Каротиноиды являются важными веществами для здоровья человека (Castermiller, West, 1998). Общее содержание каротиноидов в корнеплодах моркови составляет от 6000 до 54 800 мкг/100 г (Simon, Wolff, 1987). Основная физиологическая функция каротиноидов является предшественником витамина А (Nocolle и др., 2003). В последнее десятилетие

каротиноиды, такие как β -каротин, привлекают значительное внимание из-за их возможного защитного действия против некоторых видов рака (Bast et al., 1996; Santo и др., 1996; Van 1996). В человеческом организме физиологическая активность α - и β -каротинов составляет 50 и 100% активности провитамина А соответственно (Panalaks, Murray, 1970; Simpson, 1983) и одна молекула β -каротина дает две молекулы ретинола в человеческом организме. Каротиноиды связаны с усилением иммунной системы и снижением риска дегенеративных заболеваний, таких как рак, сердечнососудистые заболевания, возрастная дегенерация сосудов и образование катаракты (Mathews-Roth, 1985; Bendich, Olson, 1989; Bendich 1990; Krinsky, 1990; Byers, Perry, 1992; Bendich 1994; Krinsky, 1994; Faulks, S. Southon, 2001). Каротиноиды были идентифицированы как потенциальный ингибитор болезни Альцгеймера (Zaman и др., 1992).

Морковь возделывается преимущественно для использования в пищу, а также служит кормовым растением для животных, птиц и пушных зверей. Наряду с этим, ее применяют для лекарственных целей и в парфюмерной промышленности. В России морковь – одна из основных культур. Ее возделывают всюду, где возможно овощеводство в открытом грунте, но наиболее распространена она в умеренной полосе России, в Сибири, а также на северном Кавказе (Сазонова, 1990; Литвинова, 2001; Пивоваров, 2006; Леунов, 2011; Коцарева 2009, 2016).

Особая ценность моркови состоит в том, что сорта ее, имеющие оранжевую окраску корнеплодов, содержат каротин (провитамин А), который в организме человека и животного переходит в витамин А. Она обладает повышенной сахаристостью и является хорошим источником необходимых организму минеральных солей, содержащих калий, кальций, железо, фосфор и другие полезные минеральные элементы.

В нашей стране и во многих других странах морковь - одна из основных овощных культур. Ее используют для приготовления различных блюд в общественном питании и домашней кулинарии. Широко употребляют морковь в сыром виде; морковный сок необходим в пищевом рационе детей. Кроме того,

морковь заквашивают вместе с капустой, употребляют для маринада и варенья, сушат.

Морковь – древнейшее растение, которое человечество начало выращивать более 4 тыс. лет назад как лекарственное, а затем как пищевое и кормовое. Родина моркови – Передняя Азия. Родоначальник культурной моркови – морковь дикая, широко распространена в районах Средиземноморья, южной части Европы и в Азии, встречается в южных регионах России (Сазонова, 1990; Литвинова, 2001; Пивоваров, 2006; Леунов, 2011). Ее семена находили во время раскопок на территории современной Швейцарии в свайных постройках неолита и бронзового периода. Она была известна древним грекам и древним римлянам. Морковь они называли «дауцис» и «карота», чему и обязано ее ботаническое название (Сечкарев, 1971).

Путешествие Н. И. Вавилова (1935) в Афганистан открыло новую страницу в познании происхождения культурной моркови. Н. И. Вавилов отмечает «...остается констатировать бесспорный факт наличия в Афганистане и непосредственно примыкающих к нему районах Северо-Западной Индии своеобразного древнего самостоятельного мирового очага культурной моркови...». В дальнейшем, ознакомившись с коллекцией, собранной П. М. Жуковским в Турции, он устанавливает 2 очага происхождения моркови: среднеазиатский, куда относит северо-западную Индию, Афганистан, Таджикистан, Узбекистан и западную часть Тянь-Шаня, и переднеазиатский, включая сюда Малую Азию, Закавказье, Иран, горную часть Туркмении.

Л.В. Сазонова (1983) и Б.И. Сечкарев (1971) считают, что дикая морковь, безусловно, отдаленный потомок современной культурной моркови. Человек, собирая растения сначала для использования в качестве лекарственного средства, обратил внимание и на корни, которые иногда имели более или менее выраженную антоциановую окраску. Такие корни служили ему красителем. Позднее в результате сложных гибридизационных процессов возникли формы с более утолщенными корнями. Морковь, будучи весьма пластичным растением, в

условиях возделывания и длительного отбора приобрела признаки современных сортов.

Следует отметить, что такой признак, как наличие окрашенного цветка в центре сложного зонтика, свойствен азиатским формам и часто встречается у растений *D. maximus*. В настоящее время такие цветки не являются редкостью и у моркови из европейских стран. Это служит еще одним доказательством влияния азиатских форм и *D. maximus* на происхождение европейской моркови. Сейчас известно о распространении *D. maximus* не только в странах Средиземноморья, но и возле Каспийского моря. Поэтому гибридизационный процесс создания культурной моркови мог происходить и значительно восточнее Средиземного моря.

Многолетнее изучение большого коллекционного материала из многих стран мира дало Л.В.Сазоновой (1983) и Б.И.Сечкареву (1971) основание считать, что наибольшее разнообразие форм моркови представлено в странах юго-западной Азии. Можно предполагать, что действительный очаг происхождения моркови должен быть значительно шире. Кроме Афганистана и Турции, в него надо включить Узбекистан, Таджикистан, Туркмению, Армению, Азербайджан, Иран, Западный Пакистан, северо-западную часть Индии, Ирак и Сирию. Отсюда, из стран древних земледельческих цивилизаций, морковь распространилась на запад и восток (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Центры происхождения моркови: 1. Юго-западно-азиатский центр; 2. Средиземноморский центр

С возникновением земледелия морковь стали широко культивировать. Нежную сладость чудесного корнеплода высоко ценили в Древнем Риме. В одной из первых дошедших до нас кулинарных книг (III в. до н. э.) римляне описывают, как приготовить разнообразные блюда из картофы, в частности салат. Она была такой популярной, что в ее честь поэты писали оды.

Ценили ее высоко за лечебные свойства. Великий врач Древней Греции Гиппократ (460-377 гг. до н. э.) в качестве лечебного средства называл морковь наряду с другими лекарственными растениями. Диоскорид в своей книге «О врачебных приемах» (1 в. н. э.) также отмечал ее целебные особенности (Сечкарёв, 1971).

В Беларуси морковь столовую выращивают повсеместно как в крупнотоварных хозяйствах, так и на приусадебных участках. За последние 5 лет площади посева и урожайность моркови столовой в крупнотоварных хозяйствах оставались на одном уровне, только в 2012 г. площади посева сократились, а урожайность увеличилась (рисунок 1.2).

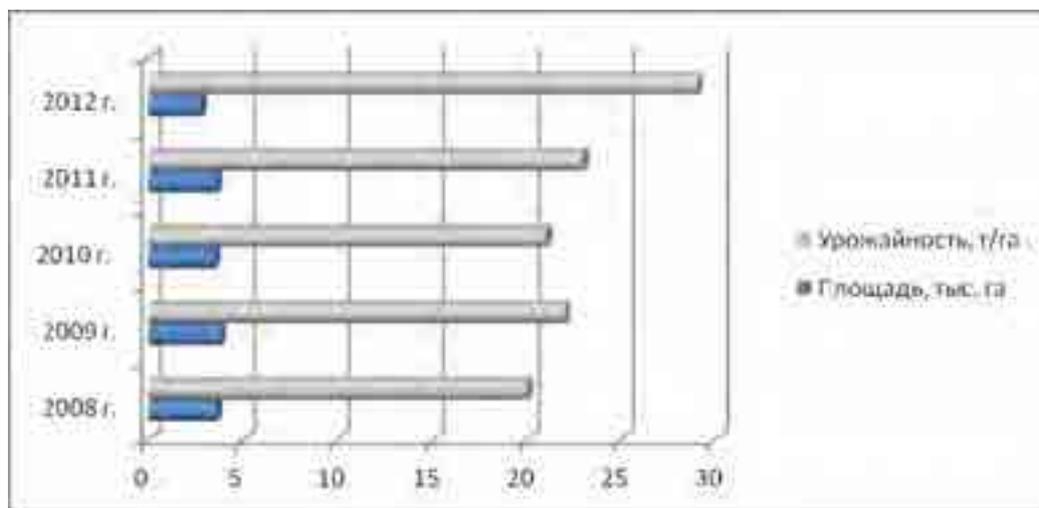


Рисунок 1.2 – Урожайность и площади посева моркови столовой в крупнотоварных хозяйствах Беларуси, 2008-2012гг.

Промышленное производство моркови (с.-х. организации и фермеры, без учета хозяйств населения) наиболее развито в Южном и Северо-Западном федеральных округах России. Здесь доля фермеров и с.-х. организаций в общем объеме достигает 63%. Наиболее низок уровень производства в крупных хозяйствах Приволжского федерального округа, где почти 82% всей моркови выращивают в подсобных хозяйствах. Первое место по промышленному производству моркови занимает Центральный федеральный округ, его доля в товарном производстве составляет 25,0, второе – Южный (23,4%). Валовые сборы моркови на душу населения в целом по России в 2012 году составляли 10,9 кг (Леунов и др., 2014).

Потребление цветной моркови в европейских и азиатских странах значительно превосходит аналогичный показатель в России. В нашей стране ее выращивание сосредоточено только в личных подсобных и мелких фермерских хозяйствах. В основном цветные образцы моркови используют для свежего потребления, но возможно и применение в перерабатывающей промышленности в качестве красителей и пищевых добавок (Корнев, Леунов, Ховрин, 2016).

Морковь — двулетнее растение семейства Сельдерейных (*Ariaceae*), в первый год образует розетку листьев и корнеплод, во второй год жизни — семенной куст и семена. Форма розетки листьев может быть прямостоячей, полустоячей, раскидистой, прижатой, высотой от 30 до 50 см. Количество листьев в розетке – от 7 до 15, реже – больше. Окраска листьев: зеленая, темно-зеленая, светло-зеленая, серо-зеленая, иногда с фиолетовым оттенком. Листорасположение – в вегетативном периоде – розеточное, в репродуктивном периоде – спиральное. Розеточный лист – простой, многократно перисторассеченный. Контур пластинки листа ромбический или треугольный. Форма сегментов первого и последующих порядков – рассеченная или лопастная (Федорова, 1999; Литвинова, 2001; Леунов, 2011).

Стебель у моркови второго года жизни дудчатый, ребристый, голый или опушенный, слабо- или сильноветвистый, достигает в высоту 0,5-1,5 м, а иногда и

2 м. Окраска стебля – зеленая, желто-зеленая, у азиатских сортов – часто с фиолетовой пигментацией.

Анатомическая структура стебля у различных форм моркови однообразна. Ребристый стебель моркови покрыт эпидермисом, несущим волоски. Толщина эпидермиса наибольшая у дикорастущих форм и у моркови Черной (из Афганистана) и наименьшая у сорта Парижская Каротель. Устьица располагаются в бороздках стебля.

Соцветие – сложный зонтик, состоящий из отдельных зонтиков. Наружные цветки зонтиков более крупные. Плод – сухая двусемянка. Семена удлинено-овальной формы, покрыты шипиками, отличаются пониженной всхожестью. Качество семян моркови напрямую связано с их морфо-анатомическим, физиологическим и биохимическим состоянием. Снижение качества семян как культурных, так и диких видов овощных зонтичных культур может быть обусловлено отсутствием или значительной дегенерацией зародыша и эндосперма. Морфометрический показатель массы зародыша семян может представлять интерес не только для семеноведения и семеноводства, но и для селекции, как признак, заслуживающий совершенствования (Бухаров, 2016, 2017).

Корнеплод – запасающий орган. Масса его нарастает за счет деятельности одного камбиального кольца. Запасные питательные вещества откладываются в коровой паренхиме, которая у корнеплода морковного типа имеет преимущественное развитие и покрыта кожицей. Ксилема, находящаяся внутри камбиального кольца, развита относительно слабо. У моркови толстый слой коры чаще интенсивно-оранжевой или красной окраски. Внутренний стержень – древесина, бледноокрашенная, отличается грубой консистенцией (Литвинова, 2001).

Корнеплод состоит из головки, шейки и собственно корня. Головка формируется из надсемядольного колена и представляет собой стебель с сильно укороченными междоузлиями, на ней развиваются листья, образующие розетку. Шейка, или средняя часть корнеплода, свободна от листьев и нитевидных корешков и формируется за счет разрастания подсемядольного колена.

Собственно корень, или нижняя часть корнеплода, развивается за счет утолщения главного стержневого корня (Сазонова, 1990; Пивоваров, 2006).

Корнеплод моркови образуется в результате вторичного утолщения корня. Гипокотиль и корень анатомически имеют одинаковое строение и развиваются как единое целое. Оба они принимают участие в формировании корнеплода.

Для корнеплода моркови характерно сильное развитие древесинной и лубяной паренхимы, в которых и накапливаются запасные вещества. Вторичная флоэма, или лубяная часть, занимает наружную, большую часть корнеплода. Вторичное утолщение корня начинается с момента заложения первого настоящего листа, когда активизируется камбий, который образует толстые слои вторичной ксилемы и флоэмы. Корнеплод моркови имеет следующее анатомическое строение. В самом его центре находится небольшой участок первичной ксилемы, от которого отходят 2 узких луча. Каждый луч диархной ксилемы состоит из элементов протоксилемы с кольчатыми и спиральными утолщениями и метаксилемы, состоящей из лестничных сосудов. Между лучами по обе стороны первичной ксилемы лежит вторичная ксилема с многочисленными вторичными сердцевинными лучами. Вторичная ксилема состоит в основном из древесной паренхимы, клетки которой тонкостенны. Среди клеток паренхимы располагаются проводящие элементы – крупные сосуды с лестничными утолщениями. Сетчатые сосуды наблюдаются редко и лишь на поздних стадиях развития. Сосуды обычно располагаются радиальными цепочками (Литвинова, 2001).

Между древесиной и флоэмой лежит кольцо из тонкостенных клеток камбия, образующего слои вторичных флоэмы и ксилемы. Вторичная флоэма состоит из живых тонкостенных клеток лубяной паренхимы с неодревесневшими оболочками, среди которых располагаются ситовидные трубки с сопровождающими клетками, эфиромасличные каналы и крупные паренхимные клетки сердцевинных лучей. В лубе сосредоточена основная масса каротиноидов, крахмала и сахаров (Сечкарев, 1971; Сазонова, 1990).

Развитие боковых корней начинается после окончания первичной дифференциации корня. Боковые корни, как и главный, имеют диархное строение ксилемы, только паренхимные клетки корня более толстостенные и сильнее лигнифицированы.

На 2-м году жизни растений в связи с образованием стеблей, соцветий и плодов в корнеплоде происходят некоторые изменения. Запасные вещества его расходуются. Камбий функционирует почти до конца вегетационного периода (до конца августа), формируя крупноклеточные элементы вторичной флоэмы и ксилемы. Ксилема дикорастущих форм утолщается значительно сильнее, чем у культурных. Кроме того, у первых оболочки клеток одревесневают. У культурной моркови одревеснение элементов ксилемы на 2-й год жизни значительно слабее, чем у дикорастущей (Литвинова, 2001).

Основная часть флоэмы в корнеплоде семенника не функционирует. Проводящую функцию теперь выполняет только молодая флоэма, лежащая рядом с камбием и возникшая в результате его деятельности на 2-й год. В ней располагаются и эфиромасличные каналы.

Таким образом, проводящая система корнеплода культурных форм на 2-й год жизни, а у дикорастущих форм в 1-й год со времени отрастания стебля формируется из элементов, обладающих высокой пропускной способностью, что обеспечивает снабжение водой и метаболитами быстрорастущий стебель.

Листья моркови покрыты однослойным эпидермисом с тонким слоем кутикулы. На нижней стороне листа встречаются волоски, располагающиеся чаще всего по жилкам. Волоски простые, одноклеточные; наружные стенки их имеют зубчатость, обусловленную неровным строением кутикулы (Сечкарев, 1971; Сазонова, 1990).

Листья одного растения могут иметь разную толщину. По краям листа в мелких дольках лист тоньше, у жилок - толще. На поперечном срезе у большинства сортов лист моркови имеет ясно выраженное дорзивентральное строение.

У различных сортов моркови наблюдается большое разнообразие по размеру черешка, числу проводящих пучков и эфиромасличных каналов в нем. Абаксальная (нижняя) поверхность черешка всегда более или менее ребристая, адаксальная – гладкая. Черешок покрыт однослойным эпидермисом с сильно утолщенными стенками. Внешняя оболочка эпидермальных клеток покрыта кутикулой.

Морковь – холодостойкая и засухоустойчивая культура умеренного теплого и умеренно влажного климата. Всходы ее сохраняют жизнеспособность при продолжительном похолодании, кратковременных заморозках до $-3..4\text{ }^{\circ}\text{C}$, и погибают только при длительных заморозках до $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже. Взрослые растения более выносливы, их листья замерзают при $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Оптимальная температура для нормального роста растений и формирования корнеплодов $20..22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Растения второго года жизни более требовательны к теплу, во время цветения и созревания семян $18..23\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Сазонова, 1990; Пивоваров, 2006; Леунов, 2011).

Таким образом, морковь столовая является одной из основных овощных культур, которые возделываются во всем мире. Биологические особенности данной культуры позволяют выращивать ее в северном и центральном регионах России. В сопредельных странах в холодно-умеренном и умеренном поясах на дерново-подзолистых, торфяных почвах и черноземах. В наших исследованиях мы ставим задачу выявить наиболее адаптированные образцы моркови столовой к конкретным экологическим зонам.

1.2 Народнохозяйственное значение, происхождение, классификация, биологические особенности корнеплодных растений вида *Raphanus sativus* L.

Корнеплодные растения вида *Raphanus sativus* L. (редис, редька, дайкон, лоба) возделывают во многих странах мира. Их пищевое достоинство определяется наличием в них свободных аминокислот, ферментов углеводного обмена. В зимний и ранневесенний периоды эти растения служат хорошим источником аскорбиновой кислоты, находящейся в корнеплодах в свободном

состоянии. Кроме того, они содержат тиамин, рибофлавин, никотиновую кислоту, а также значительное количество щелочеобразующих минеральных элементов: калия, кальция, преобладающих над кислотообразующими (Hafeez, 1967; Шебалина, 1985; Hawlader, 2000).

Употребляют эти растения в основном в свежем виде для приготовления салатов, окрошек в сочетании с зеленым луком и другими ранними овощами. В пищу идут не только корнеплоды, но и листья: весной их кладут в суп и салат, а на осень и зиму ботву сушат или консервируют. Корнеплоды имеют острый вкус, повышающий аппетит и улучшающий пищеварение. Ценно и то, что в корнеплодах этих культур присутствуют бактерицидные вещества, подавляющие рост вредных микробов (Мурри, 1961; Метлицкий, 1976; Дьяченко, 1979).

Специфический вкус корнеплодных растений вида *Raphanus sativus* L. обусловлен содержанием в них эфирного масла (сульфорафена). В состав летучих масел входят также аллиловое и горчичное, метилмер-каптан, синальбин. В семенах обнаружен рафанин, подавляющий рост стафилококков и кишечной палочки. Для данных культур характерно также содержание сульфатов, расщепляющих глюкозиды, которые входят в состав летучих масел (Бабичев, 1961).

Дайкон и лоба наибольшее значение имеют в восточноазиатских странах. Так, потребление редьки китайской и японской на душу населения в год в Японии и Корее (13-35 кг) в 50-140 раз выше, чем близкородственных им редьки и редиса (250 г) в отдельных странах ЕС. Разница в объемах потребления корнеплодных форм *Raphanus* на противоположных частях континента связана не только с устоявшимися традициями, но и с принципиальными различиями по вкусовым качествам. Дайкон и лоба обладают не острым вкусом, что позволяет употреблять их не только в свежем виде, но и в соленом, маринованном, вареном, сушеном (Сазонова, 1990).

В Америке, Африке и Австралии редьку выращивают круглый год, редис – преимущественно весной и употребляют в пищу в свежем виде. Зимнюю редьку в значительных объемах выращивают во Франции, Чехии, Германии и

Нидерландах. В этих странах создан обширный сортимент редьки зимней, летней и редиса. Многие европейские сорта широко распространены в Америке, Африке и Австралии (Ashizawa, 1979; Шебалина, 1985; Chang и др., 1987).

По учению Н.И. Вавилова (1926; 1935) культурные растения рода *Raphanus* L. родом из Средиземноморского, Юго-Западно-азиатского и Восточно-Азиатского центров происхождения культурных растений.

Е.Н. Синская (1931) высказала предположение, что род *Raphanus* L. очень древний и первоначально дикорастущие формы были расселены по всей береговой линии древнего моря Тетиса вплоть до Восточной Азии. При последующей дифференциации климата в областях распространения *Raphanus* L. обособились комплексы форм, из которых позже сформировались современные виды. Позднее Е.Н. Синская (1969) предположила, что ныне вымершие предки современных культурных форм *Raphanus* L. входили в культуру политопно. В настоящее время дикорастущие виды, составляющие род *Raphanus* L., слабо обособлены друг от друга, способны взаимно скрещиваться, но в основном имеют самостоятельные ареалы.

Е.Н. Синская (1928) перевела расы (proles) О.Е. Шульца в подвиды: subsp. *radicula* (Pers.) Sinsk. – однолетние формы, или редисы, subsp. *hybernus* (Alef) Sinsk. – двухлетние формы, или редьки. По признаку окраски корнеплода, как более устойчивому, ею выделены 12 разновидностей и 56 типов по форме и окраске корнеплода. Е.Н. Синская выделила самостоятельный вид *Raphanus raphanistroides* (Makino) Sinsk..

В настоящее время род *Raphanus* L. объединяет 10 видов, четыре из которых возделываются (*R. sativus* L. s.l., *landra* Mor., *R. indicus* Dinsk., *R. caudatus* L.f.). Виды сгруппированы в три секции: *Raphanus*, *Raphanistrum* (D.C.) О.Е. Schulz и *Hesperidopsis* Boiss.. Л.В. Сазонова, Э.А. Власова (1990) выделили из секции *Raphanus* новую – *Siliquiformis* Sazon. и указали на филогенетическую отдаленность секции *Hesperidopsis* от видов *Raphanus*. Подразделение рода на секции ведется по признакам плода. У растений секции *Raphanistrum* плоды

членистые, у *Raphanus* – цельные с коротким носиком, у *Siliquiformis* – цельные с длинными носиками.

Настоящая классификация предусматривает объединение трех подвидов: subsp. *sativus* (европейский), subsp. *sinensis* Sazon. et. Stankev. (китайский) и subsp. *acanthiformis* (Blanch.) Stankev. (японский), имеющих морфологические, физиологические и биохимические особенности, в один полиморфный вид *Raphanus sativus* L.

По имеющимся в литературе описаниям таксонов (Шебалина, 1985), европейский подвид (subsp. *sativus*) распространен в Европе, возделывается по всему миру. Он включает три группы разновидностей: convar. *sativus*, convar. *hybernus* (Alef.) Sazon., convar. *radicula* (Pers.) Sazon.

Вид *Raphanus sativus* L. - корнеплодные растения, у которых на втором этапе морфогенеза образуются запасующие органы – корнеплоды (видоизмененные стебель и главный корень), представляющие собой единое целое. В процессе онтогенеза корнеплодные растения проходят два периода: вегетативный и репродуктивный (Марков, 1974).

Листья лировидные, лировидно-лопастные, лировидно-раздельные и лировидно-рассеченные, реже цельные, по краю городчатые или пильчатые. Соцветие – кисть. Лепестки белые, розовые, пурпурно-фиолетовые, с темными жилками. Тычинок 6, с удлинненными пыльниками, две из них укороченные. Плод стручок. Семена яйцевидные и шаровидные (Леунов, 2011).

Редис - растение длинного дня, очень чувствительное к недостатку света. Длинный день (более 14 часов) ускоряет цветение, при укороченном дне (10-12 часов) цветение задерживается или не наступает вовсе. На протяжении всего вегетационного периода растения требовательны к плодородию и структуре почвы, к влаге. При недостатке влаги корнеплоды древеснеют, приобретают горький вкус. Стеблевание усиливается при загущении посевов и недостатке влаги. Семена прорастают при температуре 3...5 °С. При температуре 10...15°С всходы появляются через 7-12 суток, а при 20...22 °С - через 3-4 суток. Для формирования корнеплодов наиболее благоприятна умеренно теплая погода.

Всходы выдерживают понижение температуры до 3...4°C, а взрослые растения - до 5...6°C (Осипова, 1982; Сазонова, 1990; Пивоваров, 2007).

Редька и дайкон. Всходы переносят заморозки до -2...3°C, взрослые растения - до - 5...- 6 °C. Оптимальная температура для роста растений 18... 20°C. Процесс яровизации растений различных сортов проходит при температуре 1...10 °C в течение 15-20 дней. При длительном похолодании, особенно в сочетании с длинным днем растения формируют цветоносы, не образовав корнеплода. Редька из-за слаборазвитой корневой системы требовательна к влажности, плодородию и структуре почвы. На малоплодородных почвах при недостатке влаги образует грубые, мелкие, малосъедобные корнеплоды (Сазонова, 1990; Пивоваров, 2007; Сычев, Сычева, 2010).

В России и Беларуси растения вида *Raphanus sativus* L. возделывают повсеместно. Редис выращивают в закрытом грунте (в парниках и теплицах), высевают ранней весной в условиях открытого грунта на значительных площадях. Редьку выращивают для летнего и зимнего потребления. Урожайность этих культур колеблется в зависимости от природных условий, сезона возделывания, сорта и от уровня применяемой агротехники. В наших исследованиях мы определяли наиболее продуктивные образцы корнеплодных культур вида *Raphanus sativus* L. и включали их в селекционный процесс.

1.3 Происхождение и биологические особенности свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.)

Наряду с морковью столовой, также одно из ведущих мест в овощеводстве занимает свекла столовая, которая выращивается практически повсеместно. Согласно данным Российского статистического ежегодника, посевные площади под свеклой столовой в России составляет 46 тыс. га (Осипова, Улимбашев, 2004; Пивоваров и др., 2017).

Свекла стала возделываться человеком значительно позднее, чем важнейшие хлебные злаки и некоторые овощи (лук, чеснок, капуста, редька,

репа), поэтому она является более молодым культурным растением. В южных странах в раннее средневековье была распространена свекла с белым корнеплодом, с зеленой или фиолетовой головкой, которая сохранилась и поныне в Передней и Средней Азии и на Кавказе. Эти корнеплоды после удаления листьев напоминают собой репу или брюкву, что приводило к путанице в ее названиях. Аналогичное смешение понятий имело место в отношении листовой свеклы с лебедой и шпинатом. Объясняется это тем, что восточные и средиземноморские дикорастущие и листовые формы обычно являются однолетними и кажутся (до образования соплодий) сходными с лебедой и шпинатом, которые возделывали еще в Древней Греции (Красочкин, 1960; Буренин, 2007).

Плод – коробочка, у которой при прорастании раскрывается крышечка. Семя округлое с маленьким, почковидным вдавлением, выступающим корешком. Стебель семенного растения прямостоячий, травянистый. Листья плоские или волнистые, сердцевидной или треугольной формы. Цветки обоеполые, пятичленные, мелкие, зеленые, красноватые или беловатые, одиночные или по 2-5 и более, впоследствии образующие соплодия (Федорова, 1999; Леунов, 2011).

Следствием нечеткости их разграничения являются и двойные названия корнеплодной свеклы, например немецкое – «роте рюбен», «рункель», или «футер рюбен», «цуккер рюбен» и французское – «беттрав», имеющие в основе корень названия репы.

В истории свеклы, как съедобного и культурного растения, выделяют 7 этапов (Красочкин, 1960).

Первый этап характеризуется использованием в пищу дикорастущей свеклы - с древнейших времен. Первичные корнеплодные формы этой культуры упоминаются в произведениях Аристофана (6-4 век до н. э.). Гиппократ (54 века до н. э.) предложил около десятка рецептов, в которых роль лекарственного средства играет свекла. У Присциана (3 век до н. э.) есть упоминание о красной свекле, что свидетельствует о ней, как о корнеплодном растении (Бутаков и др., 2002).

На втором этапе происходит введение свеклы в культуру – за 2000–1000 лет до нашей эры. Первоначально в пищу использовали листья свеклы. Свеклу впервые стали возделывать в Передней Азии за 2–1,5 тысячи лет до нашей эры (Буренин, Пивоваров, 1998).

Третий этап отмечен появлением первичных корнеплодных форм – последние века до нашей эры.

Четвертый этап – широкое распространение свеклы и начало преобладания корнеплодных форм – средние века. Между тем корнеплодные формы свеклы в 8 веке нашей эры были обычным «рыночным» растением в Византии. Откуда распространились по Киевской Руси, а отсюда в Польшу и Литву.

С захватом восточных рынков европейскими купцами (в 13-14 веках) корнеплодная свекла была завезена в Западную Европу. С 9-16 веков на Руси свекла стала широко распространенным овощным растением.

Пятый этап – повышение экономической роли свеклы и перемещение центра ее культуры в Московскую Русь, и Западную Европу (16-17 века).

Шестой этап ознаменован завершением обособления столовых и кормовых сортов; зарождение сахарной свеклы – XVIII-XIX века. Происходит дальнейшее расширение возделывания корнеплодной свеклы, особенно в России и Западной Европе заканчивается отчетливая дифференциация корнеплодных форм на сорта: столовые, кормовые, затем и сахарные.

Седьмой этап – признание свеклы первостепенной культурой и продвижение новых сортов ее из Западной Европы и России во все части земного шара – конец 19 и 20 веков (Красочкин, 1960; Буренин, 2007).

Н.И. Вавилов (1935) выделил два генцентра происхождения культурной свеклы и ее дикорастущих сородичей – средиземноморский и переднеазиатский (вторичный). В отношении предполагаемого предка культурной свеклы мнения исследователей в основном сходятся на одном виде – *B. maritima* L. Этому в значительной мере способствовало широкое распространение и изменчивость популяций вида. На первом этапе у него использовались в пищу листья, а позднее и корни (Вавилов, 1987).

Благодаря пластичности и большому полиморфизму, вид *B. maritima* L. занял большой ареал от Индии – через побережье Средиземного моря до Англии и Норвегии.

Отбор биотипов *B. maritima* L. (листовых форм с утолщенными корнями и закрепление двулетнего цикла развития) способствовал созданию современной корнеплодной свеклы (Красочкин, 1960; Буренин, 2007). Дальнейшее распространение и совершенствование полукорнеплодных и примитивных корнеплодных форм позволило селекционерам вывести современные высокопродуктивные сорта свеклы столовой. Известно, что в горных условиях и районах с умеренным климатом у растений свеклы замедляется переход от вегетативной фазы (розетки) к генеративной (семенник) и утолщаются корни.

По В.Т. Красочкину (1960) классификация рода *Beta* выглядит следующим образом:

- виды канарской свеклы – *Patellares* Tran.: стелюющаяся (*B. procumbens* Chr. Sm., 1815), чашевидная (*B. patellaris* Moq., 1849), Вебба (*B. Webbiana* Moq., 1840);

- виды горной свеклы – *Corallinae* Tran.: крупнокорневая (*B. macrorhiza* Stev., 1812), промежуточная (*B. intermedia* Bunge., 1879), каемчатоплодная (*B. lomatogona* Fisch. et May., 1838), трехстолбиковая (*B. trigyna* Wald. et Kit., 1802), венчиковидная (*B. corolliflora* Zoss., 1940);

- виды обыкновенной (культурной) свеклы – *Vulgares* Tran: раскидистая (*B. patula* (Soland) W. Ait., 1789), восточная (*B. orientalis* Roth., 1821), приморская (*B. maritima* L.), листовая (*B. cicla* L.), обыкновенная (корнеплодная) (*B. vulgaris* L., 1753).

Вид обыкновенной (корнеплодной) свеклы на основании ареалов, биологических и морфологических особенностей подразделяется на 2 подвида: подвид переднеазиатский (ssp. *Asiatica* m.); подвид европейский (ssp. *Europaea* m.). В подвиде европейский выделяют три группы разновидностей: кормовая, столовая, сахарная. Группа столовых сортов включает следующие сортотипы: var. *atrorubra* (сортотипы Бордо, Эклипс, Египетская плоская, Египетская круглая,

Эрфуртская); var. *rubrifolia* (Краснолистная свекла, Черно-красная) и var. *viridifolia* (Зеленолистная свекла) (Красочкин, 1960; Буренин, 2007).

Свекла столовая, как и другие культурные разновидности свеклы, происходит от дикой или приморской свеклы (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*), которая включает как однолетние, так и многолетние формы. Дикорастущих представителей этого вида можно встретить в Средиземноморье и в Азии, до Западной Индии, на Атлантическом побережье Европы и на берегах Северного и Балтийского морей (Круг, 2000).

Свекла столовая – растение двулетнее, относится к семейству маревые (*Chenopodiaceae*) (Красочкин, 1960; Федорова, 1999; Буренин, 2007). Цикл жизни от семени до семени в обычных условиях выращивания осуществляется на протяжении двух лет. В древности возделывали и однолетние, очень короткостадийные формы, близкие к дикорастущим. Закрепление устойчивого двулетнего цикла развития у свеклы происходило при помощи отбора, в процессе длительного ее возделывания (Буренин, Пивоваров, 1998).

Свекла – растение длинного дня. При сочетании в начале роста длинного дня с пониженными температурами воздуха (ниже 8-10° С) растение зацветает в первый год жизни. Корнеплоды, выращенные на укороченном дне и хранившиеся при температуре выше 8-10° С, после посадки не образуют цветоносов, формируя «упрямцы».

Высококачественные семена можно получить только при выращивании свеклы пересадочным способом.

Высокая экологическая пластичность к условиям произрастания обуславливает широкое распространение свеклы столовой.

Свекла относительно холодостойкое растение. Семена ее прорастают уже при температуре 4-5° С, при этом появление всходов затягивается до 3 недель и более: на 19 сутки отмечены единичные всходы, на 29 – возшло 1/3 семян (Агапов, 1954). Ранние посевы свеклы, подвергающиеся воздействию низких температур, в первый год образуются цветоносы, и овощ теряет свою ценность (сильно грубеют ткани корнеплода). Однако, при посеве в сверхранние сроки не выявлено четкой зависимости между нецветущностью и уровнем скороспелости (Булатова, 2000).

При повышении температуры почвы ускоряется процесс прорастания семян. При 10 °С он заканчивается через 10 дней, при этом наблюдается максимальная всхожесть семян. При увеличении температуры, предварительно подготовленные семена (путем теплового замачивания) сокращают период появления всходов: так, при 15 °С – через 6-7 дней, а при 20-24°С – через 4–5 дней (Лудилов, 2005). Семена без замачивания при оптимальной температуре (22-24 °С) имели 95% всхожесть на 16-21 сутки проращивания. Температура выше 24 °С снижает всхожесть (Агапов, 1954). Всходы не переносят заморозков, а при длительном весеннем похолодании усиливается проявление цветущности. Заморозки в 6 °С повреждают листья свеклы. Перед уборкой растения свеклы столовой на корню переносят короткие заморозки в 2-4 °С (растения сахарной свеклы до -5 °С). Особенно уязвимыми оказываются сорта, у которых большая часть корнеплода формируется на поверхности почвы (плоская, цилиндрическая формы корнеплода) (Красочкин, 1960; Буренин, 2007). Убранные и не укрытые корнеплоды повреждаются при температуре -2 °С и становятся непригодными для зимнего хранения, ввиду сильного поражения болезнями (Ганиев, Недорезков, 2006). При температуре 6-8 °С начинается рост растений, но он протекает замедленно. Интенсивное нарастание листьев в высоту происходит при 21-30 °С, сами растения при этом вытягиваются, а новых листьев образуется мало. Оптимальная температура, способствующая получению максимального урожая свеклы колеблется от 15 до 23 °С. Минимальная сумма температур для нормального накопления урожая корнеплодов скороспелых сортов столовой свеклы 1500-1600 °С (или 1400-1500 °С среднеклиматических сумм 10-градусных температур), а до начала хозяйственной спелости лишь 1100-1200 °С (Красочкин, 1960; Буренин, 2007).

Анализ литературных данных показал, что свекла столовая (*Beta vulgaris* L.) является культурой, которая обладает экологической пластичностью и способна давать высокий урожай в условиях России и сопредельных стран. Целью наших исследований являлось выявление образцов свеклы столовой с комплексом хозяйственно ценных признаков в условиях Центрального региона России и Республики Беларусь

1.4 Исходный материал для селекции корнеплодных овощных культур

Результативность селекционного процесса во многом зависит от правильного подбора исходного материала. Н.В. Вавилов (1935) считал основной задачей селекции нахождение наилучшего исходного материала.

В настоящее время в мире создано более 1000 сортов и гибридов редиса, каждый сорт сочетает в своем генотипе лучшие хозяйственно ценные признаки. Выявление наиболее адаптированных сортов к условиям Центрального региона России в настоящее время является целью исследований многих ученых.

Д.А. Янаева, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин (2012) выделили исходный материал редиса для малообъемной технологии выращивания: Radis rond escalate, Саммеред, Парат, Рондеел, Рубин, Хелро, Меркадо. Выделены стерильные формы растений редиса *ogu*-ЦМС, с которыми проводятся скрещивания линейного материала (Янаева, Ховрин, 2013).

М.И. Федорова, В.А. Степанов (2017) считают, что 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 сортотипа Розово-красный с белым кончиком Миф, и сортотип 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.

В результате анализа образцов в коллекционном питомнике редьки европейской летней М.А. Косенко, В.И. Леуновым, А.Н. Ховриным (2016) были выявлены источники: высокой урожайности – Сударушка, высокой товарности корнеплодов Майская, по комплексу признаков – М-21453.

Для селекции редьки 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) (Федорова, Степанов, 2017).

Гибридные популяции также используются в селекции *Raphanus sativus* L. Причем используются как внутривидовые гибриды (редиса европейского, китайского, редьки, лобы, дайкона) так и межродовые (капустно-редечные, капустно-редисные, редисно-репные). Первые представляют собой исходный материал для получения высокоурожайных, лежких сортов с высокой питательностью, а также линий с закрепителями цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) (Bonnet, 1975).

В качестве исходного материала для селекции дайкона и лобы в условиях Нечерноземной зоны М.И. Федоровой, В.А. Степановым (2017) рекомендованы сорта и гибриды следующих агроклиматипов:

- весенний агроклиматип – Harumsami F1, Haruoshi No. 2 F1, Spring teller F1, Bly sky F1, Spring festival F1, Shunrai, Eifuki;

- весенне-летний агроклиматип – Dayakushin F 1, 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, Taibyو wase shogoin.

В селекции свеклы наибольшее распространение получило выведение сортов с использованием местных, и зарубежных сортовых и гибридных популяций и линий (Прохоров, Крючков, Комиссаров, 1997). При этом широко применяются методы гибридизации и отбора. Отбор проводится как внутри популяции, так и при получении межлинейных гибридов. Основными критериями отбора и подбора родительских компонентов для гибридизации свеклы столовой являются урожайность, товарность, отсутствие кольцеватости, устойчивость к цветущности, стабильность химического состава корнеплода, устойчивость к корнееду, церкоспорозу, фомозу (Буренин, Юдаева, 1981).

В селекции свеклы используются как внутривидовые гибриды (сахарная свекла, столовая, кормовая) так и межродовые. В результате внутривидовой гибридизации получают исходный материал для создания высокоурожайных раздельноплодных сортов с высокой продуктивностью (Ахраменко, 1995).

Межродовые гибриды не дают корнеплодов и в большинстве случаев используются в генетических исследованиях.

Использование различных сортов свеклы в качестве исходного материала позволяет создавать межсортовые гибриды, у которых проявляется эффект гетерозиса. По сравнению с исходными сортами гибриды отличаются более высокими урожайностью, товарностью (Заячковский, 2000). В некоторых случаях отмечается гетерозис по скороспелости. При гибридизации сортов свеклы, относящихся к группе раздельноплодных с многосемянными, отбор на односемянность следует вести с F₂ (Буренин, Пивоваров, 1998). Выделены

источники высокопродуктивных сортов и линий для селекции на гетерозис: Нежность, Одноростковая, Любава, Гаспадыня. Источниками скороспелости являются Несравненная А-463, Грибовская плоская и Позимняя А-474 (Федорова и др., 2016).

В.И. Буренин, Т.М. Пискунова, Д.В. Соколова (2016) выделили перспективный исходный материал свеклы столовой с устойчивостью к цветущности. В качестве генетических источников нецветущности рекомендованы: Banko из Швеции (донор), а также Подзимняя А-0474 (ВНИИССОК) и Полярная плоская к-249 (Полярный филиал ВИР).

Для селекции свеклы столовой в условиях Центрального региона России В.И. Буренин, Т.М. Пискунова, Т.В. Хмелинская (2017) рекомендуют следующие источники:

- скороспелость: Good for All, Adoptiv и Banko (Швеция), Aguyt. Plattrund (Германия), Gladiator и Fiere Chief (США), Gracia и Luxor (Нидерланды), Rosa Detroit (Испания), Detroit Select (Великобритания), Little Egypt (Канада), Грибовская плоская и Полярная плоская (Россия);

- урожайность: Extra Early Egypt, Special Crosby и Pacemaker (США), Detroit Selekt и Sutton Globe (Великобритания), Rouge noir Plate d Egypte (Франция), Forono (Дания), Khedive (Чехия), Бордо 237, Северный шар и Ленинградская округлая (Россия);

- устойчивость к цветущности: Подзимняя, Раннее чудо и Полярная плоская (Россия), Banko (Швеция), Globus и Trianon (Нидерланды), Fiere Chief и Earle Egypt. (США), Sutton Globe и Avonearly (Великобритания).

- одно-двуплодность (одно-двусемянность): Mona (Финляндия), Monogram (Великобритания), Monoking Explorer и Luxor (Нидерланды), Monoking Burgundy (Франция), Red Cross (США), Сквирская односемянная (Украина), Бордо односемянная и Вировская односемянная (Россия);

- устойчивость к корнееду: Айняй (Литва), Подзимняя (Россия), Rote Kugel и Red Ball (Нидерланды), Boston Crosby, Formanova и July Globe (США), Obelisk и

Top Market (Австралия), Mestna populacia (Болгария), Monogram (Великобритания);

- лежкость корнеплодов при длительном хранении: Бордо 237, Подзимняя и Ленинградская округлая (Россия), Boston Crosby и Crosby green top (США), Рось (Украина), Little Marvel и Detroit Supra (Нидерланды), Rote Runde (Германия), Kamerun (Дания), Treviso (Италия).

- товарность корнеплодов: Detroit Bolivar и Gracia (Нидерланды), Айняй (Литва), New Globe и Fiere Chief (США), Monogram (Великобритания), Top Market (Австралия), Forono (Дания), Бордо 237, Подзимняя и Bravo (Россия);

- вкусовые качества корнеплодов: Египетская и Пушкинская плоские (Россия), Beet Garnet и Crosby green top (США), Astra, Little Egypt, Little Marvel и New Globe (Нидерланды), Improved Detroit (Норвегия), Detroit ronde rouge (Канада), Rote Kugel (Германия).

Образцы свеклы столовой с комплексом селекционно-ценных признаков (урожайность + устойчивость к цветущности + товарность + устойчивость к болезням): Fiere Chief (США), Rouge Globe (Франция), Sutton Globe (Великобритания), Banko (Швеция), Obelisk и Top Market (Австралия), Rote Runde (Германия), Long Season (Канада), Improved Detroit (Норвегия), Treviso (Италия), Mono King Explorer и Little Marvel (Нидерланды), Mona (Финляндия), Forono (Дания), Бордо 237, Несравненная, Подзимняя и Вировская односемянная (Россия), Айняй (Литва) (Буренин, Пискунова, Хмелинская, 2017).

В качестве исходного материала для селекции свеклы столовой, по мнению М.И. Федоровой, В.А. Степанова (2017) следует использовать раздельноплодные 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 19, 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

раздельноплодные сортопопуляции Бордо односемянная, Нежность, Любава, Одростковая, Фортуна, Фурор, гибридные популяции F 1 Red Ace, F1 Red Klauд и др. и инбредные потомства, созданные на их основе. На комплекс признаков (урожайность, раздельноплодность, биохимический состав, сохранность) для селекционных целей пригодны Бордо-237, Бордовая ВНИИО, Двусемянная, Любава, Одростковая, Нежность, Бордо Односемянная, Нежность, Фурор, Прыгажуня, Несравненная А-463.

Применение различных факторов воздействия: химические препараты, лазерное и радиоактивное облучение, электрический ток, вызывают мутации, которые используются в селекции свеклы (Грязева, 2001). Переменное магнитное поле при обработке семян позволяет улучшить биохимический состав корнеплодов свеклы столовой, при обработке маточников повышается семенная продуктивность и качества семян (Бортников, 2001). Особенно перспективно использование биотехнологии в развитии селекции свеклы (Балков, 2004).

Заслуживает большого внимания использование полиплоидии в селекции свеклы. Созданный на основе полиплоидов исходный материала кормовой свеклы в сравнении с диплоидным обладает более высокой урожайностью и меньшим размахом изменчивости (Буренин, Пивоваров, 1998).

Е.Г. Добруцкая, А.М. Смирнова, А.В. Молчанова (2016) выделили источники наиболее высокой стабильности по «содержанию суммы каротиноидов» сорт Нантская 4 и Минор, по «содержанию суммы сахаров» сорт Марлинка и Московская Зимняя А-515, по «содержанию моносахаров» гибриды Марс и Грибовчанин.

На основании анализа морфологических и биохимических признаков А.В. Корнев, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин (2012) выделили образцы с повышенным содержанием каротина 661 В, 1238 В, Московская зимняя ВНИССОК I₁, с повышенным содержанием ксантофилла образцы 753-6x753-5, Gelbe Futtermore I₁.

В.И. Буренин, Т.М. Пискунова, Т.В. Хмелинская (2017) предложили использовать в условиях Центрального региона России следующие источники хозяйственно ценных признаков моркови столовой:

- скороспелость: Feonia Banta (Дания), Formula (Нидерланды), Asmer Super Strite (Великобритания), Nantski (Болгария), Chantenay Supreme (США), Лосиноостровская 13 (РФ);

- высокая урожайность: Liindoro и Flaxton (Нидерланды), Asmer Super Strite (Великобритания), Gold Pack Corolless и Chantenay Supreme (США), Шантенэ 2461 (РФ);

- высокая товарность: Selbstung (Германия), Camillo Marko и Flam (Нидерланды), Nantes Skarletta и Feonia Banta (Дания), Nantski (Болгария), Autumn King и Concorde (Великобритания), Chantenay Supreme (США), Местная (к-2719, Россия);

- повышенное содержание сухого вещества и сахаров: Formula, Baby Long и Flaxton (Нидерланды), No 476 и Nantes Scarletta (Дания), Nakamura Gosun (Япония), Местная (к-2246, Чили);

- повышенное содержание каротина: Camillo, Narbonne и Fontana (Нидерланды), Selbstung (Германия), Suko и Asmer Super Sprite (Великобритания), Feonia Banta (Дания), Chantenay Supreme (США), Витаминная 6 (Россия);

- устойчивость к морковной листовлошке: Rialto, Fontana и Caramba (Нидерланды), Regel Osen, Flakker Regel, Douwick и Nantes Donce (Дания), Cureba (США), Demi Long и Valery (Франция), Lange Rote Strumple (Австрия), Asmer Early Market (Великобритания), Местная (к-1772, Россия), Местная (к-2461, Аргентина), Местная (к-1718, Киргизия);

- устойчивость к морковной мухе: Royal Chantenay (США), Flakkese (Великобритания), Feonia Banta (Дания), Touchon (Канада), Местная (к-2245, Чили), Местная (к 2728, Россия), Королева осени (Россия);

- устойчивость к альтернариозу во время хранения: Flaxton (Нидерланды), Feonia Banta (Дания), Suko (Великобритания), Royal Chantenay (Ботсвана), Шантенэ 2461 (Россия).

Образцы моркови, характеризующиеся комплексом селекционно ценных признаков (скороспелость + урожайность + товарность + устойчивость к болезням): Feonia Banta и Nantes Scarletta (Дания), Formula, Marko, Camillo и

Flaxton (Нидерланды), Asmer Super Sprite и Suko (Великобритания), Lossa Lunga (Италия), Nantski (Болгария), Chantenay Supreme Long (США), Selbstung (Германия), Местная (к- 2722, Россия) (Буренин, Пискунова, Хмелинская, 2017).

В качестве исходного материала для селекции моркови столовой М.И. Федорова, В.А. Степанов (2017) предлагают следующие источники:

- на высокую потенциальную урожайность и содержание каротина 18-20 мг%: Лосиноостровская-13, Витаминная, Бирючукская, Amsterdam Finette, Feonia, Landan Tori и др. 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. сортотипа 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 петалоидных 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.

Т.В. Хмелинская, В.И. Буренин, В.Е. Прянишникова (2017) выявили образцы со сравнительно стабильными урожайностью и качеством продукции сорта Нантская красная, Принцесса и Грибовская. Толерантные к листовой блошке образцы Лосиноостровская 13, Гавриловская, Feonia, New Model, Betina. Сравнительно устойчивые к мучнистой росе образцы Красная длинная и De Chantenau a cored rouge.

В результате проведенных исследований в Брянской области были выявлены образцы моркови столовой с низким уровнем накопления радионуклидов ⁹⁰Sr в корнеплодах: Флакке, Ромоса, Селекционный образец (к-2280) (Солдатенко, В.Ф. Пивоваров, 2014; Солдатенко, Добруцкая, Сычев, 2012).

Лучший исходный материал для селекции пастернака на урожайность – сортообразцы из мировой коллекции ВНИИР: Half Long White, Сnampion Hollow Crown, Student, Белый аист, поликроссные сортопопуляции и бекроссированные потомства, имеющие коническую и круглую форму, такие как Сердечко, Круглый, Жемчуг, Round, Sofijskii Krugal No 5. Лучшими генисточниками являются сортообразцы Offerham и сортопопуляции Лучший из всех, Oll American, Thick Shoulder, Гернсейский. Главное направление отводится поиску исходных формы выведению сортопопуляций пастернака, устойчивых к осыпанию, с высокой жизнеспособностью семян, морозоустойчивостью (Федорова, Степанов, 2017).

Таким образом, для успешной работы селекционеру необходим разнообразный исходный материал. Началом селекционного процесса является сбор и изучение собранного материала. Для выведения новых высокопродуктивных сортов корнеплодных овощных культур особую значимость приобретают научно обоснованный выбор исходного материала, его разнообразие и степень изученности. В наших исследованиях изучался исходный материал с комплексом хозяйственно ценных признаков, который был собран на территории стран СНГ и дальнего зарубежья.

1.5 Основные направления селекции и семеноводства овощных корнеплодных культур

Большой вклад в теоретические и методические разработки, в практическую селекцию и семеноводство корнеплодных овощных культур внесли селекционеры и семеноводы научных учреждений России: ВНИИССОК - С.П. Агапов, Н.А. Рабунец, М.И. Федорова, А.И. Мохов, Г.П. Мизунов, Н.И. Тимин, М.С. Бунин и др. Селекционеры ВНИИО - Б.В. Квасников, Н.И. Жидкова, В.И. Леунов обогатили отечественную гетерозисную селекцию гибридами моркови F₁ Алтаир, Забава (совместно с Западно-Сибирской ОС), Каллисто, Марс (совместно с ВНИИССОК); сортами Лосиноостровская 13, Витаминная 6, Леандр, НИИОХ 336, Ньюанс. Глубокие теоретические и методические разработки, в том числе в гетерозисной селекции столовых корнеплодов, нашедшие выход в практическую селекцию, выполнили ученые ВНИИР Л.В. Сазонова, В.И. Буренин, Н.С. Пивоварова, В.Т. Красочкин, Б.И. Сечкарев, В.А. Юдаева и др. (Пивоваров, 2007).

В теорию и практику селекции и семеноводства корнеплодных овощных культур внесли вклад другие научные учреждения: МСХА - Н.Н. Ткаченко, И.А. Прохоров, Н.Г. Василенко, З.Г. Аверченкова; Пензенский СХИ - М.К. Литвинова, Н.Ф. Фролова, З.А.Ключникова; Западно-Сибирская овощная опытная станция - С.В.Угарова, А.А. Рыбалко; и многие другие (Пивоваров, 2007).

Большой вклад в селекцию корнеплодов внесли сподвижники Б.В. Квасникова, кандидат с.-х. наук Т.А. Белик и доктор с.-х. наук Н.И. Жидкова, а также Н.А. Дробышева, Л.В. Сычева, С.Ф. Генералов, А.А. Романцова, А.А. Рыбалко, А.Н. Романяк, Ю.Г. Михеев (Леунов, 2011).

С.И. Жегалов впервые в нашей стране начал исследования по гетерозису у овощных культур, предвидя главный мировой тренд селекции овощных культур – создание F₁ гибридов. Глубокое изучение биологии цветения позволило выявить мужскую стерильность у моркови. Эти исследования явились основой создания межлинейных гибридов моркови (Монахос, 2017). Изучением явления гетерозиса

занимались многие исследователи (Jones, 1917; Frost, 1923; Duvick, 1959; Нарбут, Фадеева, 1966; Сазонова, 1979; Кононков, 1972; Хотылева, 1968). Установлено, что гетерозис у растений может проявляться в различных признаках – морфологических, физиологических, биохимических и др. Созданные гетерозисные гибриды на основе самонесовместимости превосходят сорта на 20 – 30% (Allard, 1964; Hafeez, Hudson, 1967).

В последнее время для решения проблемы гетерозиса привлекаются новейшие молекулярно-генетические технологии, позволяющие получать информацию о молекулярных процессах гетерозисного организма (G.B. Martin, M.C. de Vicente, S.D. Tanksley, 1993).

Пивоваров В.Ф. и др. (2017) определили основные направления в области селекции и семеноводства овощных культур:

- селекция растений на стабильно высокую продуктивность, скороспелость в сочетании с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам;
- селекция на высокое качество продукции;
- семеноводство, обеспечивающее отрасль высококачественными семенами.

Стратегической задачей отечественной селекции является создание высокопродуктивных сортов и гибридов для промышленного овощеводства, не уступающих иностранным аналогам по выравненности, другим хозяйственно-ценным признакам (вкусовые качества, товарность, транспортабельность, лежкость, устойчивость к вредителям и болезням). Решение этой проблемы - переход на создание гетерозисных гибридов. В настоящее время в Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию, отечественные гибриды по ряду овощных культур (корнеплоды, лук репчатый, бахчевые культуры) представлены слабо. Иностранные фирмы восполняют этот пробел в отечественной селекции своими гибридами (Старцев, 2015).

М.И. Федорова, В.А. Степанов (2017) пришли к выводу, что 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 F_1 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 (Федорова, Степанов, 2017).

М.И. Федорова и В.А. Степанов (2017) предложили следующие направления селекционной работы по культурам:

- 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 F_1 с высокими показателями качества и семян, хорошей лежкостью корнеплодов и холодостойкостью, пригодные для механизированного возделывания;

- свеклы столовой: гибриды F_1 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;

- редис, редька, дайкон, лоба: гетерозисные гибриды и сортопопуляции универсального использования с высоким качеством продукции для условий защищенного и открытого грунта.

Основные направления селекции свеклы столовой были предложены В.И. Бурениным, Т.М. Пискуновой, Д.В. Соколовой (2016): 1. Выведение сортов, удовлетворяющих требованиям со стороны производства и рынка, 2. Создание гетерозисных гибридов первого поколения.

В.И. Леунов и др. (2014) определили основные направления в селекционной работе с морковью столовой. 1. Внешний вид корнеплода. Корнеплод должен иметь гладкую поверхность без явно выраженных глазков, его головка не должна иметь зеленую окраску. 2. Урожайность – важнейший признак, имеющий тесную связь с сортотипом. 3. Оптимальный химический состав корнеплода. Приоритет в настоящее время отдают содержанию каротина и сухого вещества – первый важен в странах с малым ассортиментом овощных культур, в том числе и в России, а от содержания сухого вещества зависит лежкоспособность. 4. Устойчивость к биотическим факторам (болезни, вредители и т.д.). 5. Устойчивость к абиотическим факторам (неблагоприятные условия среды). 6. Пригодность к механизированной уборке. 7. Лежкость – способность корнеплодов храниться в течение длительного времени, от 2-х месяцев и более. 8. Различная окраска корнеплодов.

По мнению Е.Г. Добруцкой, А.М. Смирновой (2016) селекционную работу следует вести по созданию экологически пластичных форм, отзывчивых на улучшение условий внешней среды.

Перспективным направлением научных исследований согласно Прогнозу научно-технологического развития России до 2030 года является создание новых высокопродуктивных, устойчивых к патогенам и неблагоприятным условиям окружающей среды сортов и гибридов сельскохозяйственных растений с использованием биотехнологий.

Таким образом, в настоящее время основной задачей селекции корнеплодных овощных культур является создание конкурентоспособных сортов и гибридов с

качественно новыми хозяйственно ценными признаками. К ним относятся привлекательный вид, стабильно высокая урожайность, высокие вкусовые качества и улучшенный биохимический состав, низкое содержание нитратов, устойчивость к стрессовым факторам среды, в том числе и к болезням, приспособленность к механизированным технологиям. Для обеспечения достаточного количества семян необходимо иметь чётко организованную систему ведения семеноводства, в задачи которой входит не только их размножение до планируемых объёмов, но и поддержание генетически обусловленных признаков и хозяйственно ценных свойств сортов и гибридов, рекомендованных для определенных экологических зон.

Выводы по главе 1

В главе рассмотрены народнохозяйственное значение, происхождение культурных форм, биологические особенности, рост и развитие растений корнеплодных овощных культур, отношение к условиям окружающей среды. Освещены история развития, современное состояние производства корнеплодных овощных культур, современный исходный материал для селекции и основные направления селекции.

Корнеплодные овощные культуры получили широкое распространение благодаря высокому содержанию в корнеплодах полезных веществ, которые необходимы человеку ежедневно для здорового питания. Они являются холодостойкими культурами, наиболее подходящими для возделывания в климатических условиях Республики Беларусь и Центрального региона России.

Глава 2 УСЛОВИЯ, МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Условия проведения исследований

Экспериментальные исследования проводили в ФГБНУ ВСТИСП в поселке Михнево Московской области в 2013-2017 гг., РУП «Институт овощеводства» Минского района Минской области, ГП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области, ГСХУ «Молодечненская сортоиспытательная станция» Молодечненского района Минской области, КСУП «Ректа» Жлобинского района Гомельской области, КСУП «Агрокомбинат Холмеч» Речицкого района Гомельской области, КУСП «Заболотье» Оршанского района Витебской области в 2003-2015 годах. Пункты проведения исследований в Республике Беларусь обозначены на рисунке 2.1.

Климат в Беларуси умеренно-континентальный. Воздушные массы из Атлантики нередко смягчают и увлажняют зиму, а лето делают прохладным и влажным. При поступлении внутриконтинентальных воздушных масс зима становится более суровой, а лето - жарким, количество осадков уменьшается. Сумма активных температур выше 10°C в зависимости от зоны составляет от 2000 до 2600 °С. Хотя Беларусь относится к среднеувлажненным районам, осадки здесь выпадают неравномерно и количество их колеблется от 550-600 мм на юге и юго-западе (Гомельская, Брестская и Гродненская области) до 600-650 мм в центральных и северо-восточных районах и до 700 мм на возвышенностях. Около 2/3 осадков выпадает в теплый период года.

Среднесуточная температура воздуха и количество выпавших осадков за 2004-2013 гг. в Минском районе (РУП «Институт овощеводства») представлены в таблице 2.1, 2.2.

Таблица 2.1 – Среднесуточная температура воздуха, °С (по данным Минской гидрометеостанции), 2004-2013 гг.

Год	Среднесуточная температура, °С				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2004	10,9	14,9	17,8	18,2	12,4
2005	10,9	15,5	19,4	17,0	14,4
2006	12,4	16,8	19,9	17,9	14,0
2007	14,4	18,4	17,8	19,7	13,3
2008	11,9	16,3	18,3	18,2	12,1
2009	12,6	16,3	18,5	16,6	14,1
2010	15,0	18,6	22,9	21,6	12,4
2011	13,1	16,0	18,3	17,5	13,7
2012	11,7	17,2	19,1	18,0	12,8
2013	13,4	17,8	19,5	17,1	12,1
среднее многолетнее	12,7	16,0	17,7	16,3	11,6

Таблица 2.2 – Количество осадков, мм (по данным Минской гидрометеостанции), 2004-2013 гг.

Год	Сумма осадков, мм				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2004	34	164	72	115	50
2005	105	36	35	170	16
2006	75	73	78	208	39
2007	72	46	109	22	23
2008	84	35	90	59	57
2009	62	185	136	71	33
2010	102	161	106	71	79
2011	58	97	110	63	38
2012	75	104	81	97	62
2013	64	89	196	75	120
среднее многолетнее	61	82	90	81	60

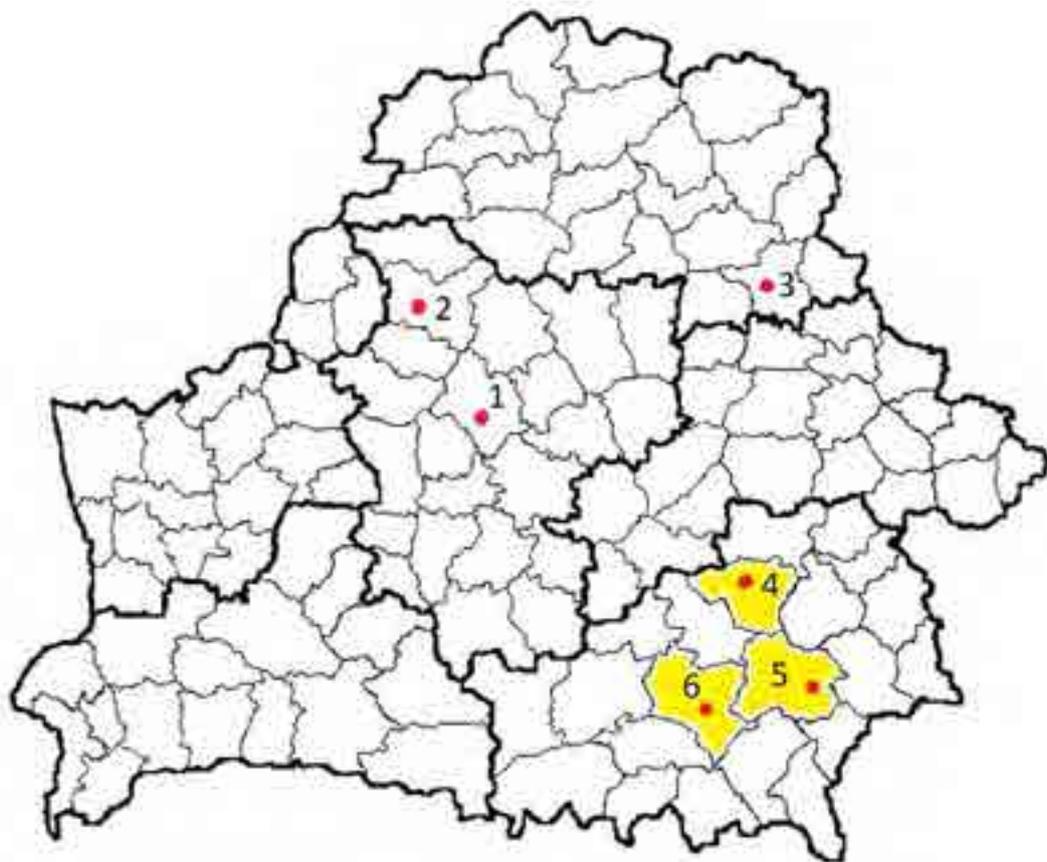


Рисунок 2.1 – Пункты проведения изучения образцов моркови столовой:

1. РУП «Институт овощеводства»;
2. ГСХУ «Молодечненская сортоиспытательная станция»;
3. КУСП «Заболотье»;
4. КСУП «Ректа»;
5. КСУП «Агрокомбинат Холмеч»;
6. ГП «Полесский институт растениеводства»;

- районы загрязненные Цезием-137 и Стронцием - 90

Почва опытных участков РУП «Институт овощеводства» – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развитая на лессовидном среднем суглинке, подстилаемая с глубины 1,2-1,5 м мореной. Основные агрохимические свойства пахотного слоя почвы: гумус (по И.В. Тюрину) – 2,20-2,70 %; рН_{КСl} – 6,2-6,6; подвижные формы Р₂О₅ и К₂О (по А.Т. Кирсанову) – соответственно 240-300 и 260-320 мг/кг, общего азота – 53,7-77,6 мг/кг (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Агрохимическая характеристика опытных полей РУП «Институт овощеводства»

Год	Гумус, %	Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г	pH _{KCl}	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
2003	2,40	1,15	6,4	240	290
2004	2,50	1,10	6,2	300	280
2005	2,20	1,28	6,1	270	290
2006	2,65	1,23	6,3	360	260
2007	2,70	1,18	6,6	300	320
2008	2,45	1,22	6,3	240	300
2009	2,70	1,22	6,2	260	290
2010	2,50	1,26	6,6	300	320
2011	2,55	1,23	6,2	260	290
2012	2,64	1,27	6,2	275	300
2013	2,70	1,18	6,6	300	320

Дерново-подзолистые супесчаные почвы КСУП «Ректа» Жлобинского района Гомельской области в 2007-2008 годах характеризуются высоким фоновым содержанием гумуса 2,6-3,1 %, подвижных форм элементов питания: фосфора – 307-408 мг/кг, калия – 202-388 мг/кг. Результаты анализа проб дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы участка площадью 3 га вблизи н.п. Холмеч, Речицкого района на содержание тяжелых металлов свидетельствуют о низких средних концентрациях: Cd – 0,012 мг/кг почвы, Pb – 1,74 мг/кг почвы, Cu – 1,95 мг/кг, Zn – 1,23 мг/кг, что в 250, 17, 28, 81 раз ниже ПДК соответственно.

Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs на участке, где возделывались столовые корнеплоды составила 0,42-0,48 Ки/км², что свидетельствует о низком уровне загрязнения радионуклидом (загрязненными считаются земли более 1,0 Ки/км²) и определяет низкую удельную активность корнеплодов – менее 4 Бк/кг при нормируемом допустимом уровне по РДУ в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) в овощах и корнеплодах 100 Бк/кг.

Дерново-подзолистые суглинистые почвы ГСХУ «Молодечненская сортоиспытательная станция» Молодечненского района Минской области

характеризуются содержанием гумуса 2,3-2,5%, подвижных форм элементов питания: фосфора – 250-300 мг/кг, калия – 200-250 мг/кг.

Дерново-подзолистые супесчаные почвы ГП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области характеризуются высоким фоновым содержанием гумуса 2,6-3,1%, подвижных форм элементов питания: фосфора – 307-408 мг/кг, калия – 202-388 мг/кг. Почва характеризовалась средней степенью обеспеченности микроэлементами.

Климат Московской области умеренно-континентальный, характеризуется холодной, продолжительной зимой и умеренно-теплым летом. Сумма положительных (активных) температур выше 10 °С составляет около 2000 °С. Среднегодовое количество осадков 500-600 мм. Около 70 % годовой суммы осадков приходится на апрель-октябрь. Почвы опытного участка в поселке Михнево Ступинского района дерново-подзолистые, тяжело- и среднесуглинистые. Агрохимические характеристики почвы опытного поля: рН – 5,1-5,5, содержание гумуса - 2,10-2,24%, фосфора – 210-250 мг/кг, калия – 220-300 мг/кг почвы.

Среднесуточная температура воздуха и количество выпавших осадков за 2013-2017 гг. в пгт. Михнево Ступинского района Московской области (ФГБНУ ВСТИСП) представлены в таблице 2.4, 2.5.

Таблица 2.4 – Среднесуточная температура воздуха, °С (по данным ЦОС ВИУА, Московская область), 2013-2017 гг.

Год	Среднесуточная температура, °С				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2013	16,7	19,9	19,0	18,1	10,3
2014	15,5	16,2	20,5	18,9	12,3
2015	13,8	17,9	18,4	20,3	13,8
2016	15,0	18,2	20,9	19,5	11,4
2017	10,9	14,5	17,9	18,8	13,0
среднее многолетнее	11,4	15,4	17,7	16,0	11,5

Таблица 2.5 – Количество осадков, мм (по данным ЦОС ВИУА, Московская область), 2013-2017 гг.

Год	Сумма осадков, мм				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2013	131	34	106	64	182
2014	26	76	22	52	40
2015	200	131	191	27	88
2016	40	101	95	147	45
2017	60	62	50	41	29
среднее многолетнее	49	63	78	74	63

Метеорологические условия вегетационного периода за годы исследований различались по температурному режиму, количеству и распределению выпавших осадков, что позволило наиболее полно оценить образцы корнеплодных овощных культур по основным хозяйственно полезным признакам и выявить достоинство и недостатки изучаемых форм.

2.2 Объекты и предмет исследований

Объектами исследований являлись коллекционные образцы, гибридные комбинации, сорта и гибриды моркови столовой, свеклы столовой, редиса, редьки, дайкона, лобы, петрушки корневой, пастернака, сельдерея корневого, катрана, хрена обыкновенного.

Предметом исследований были хозяйственно ценные признаки: урожайность корнеплодов, товарность, содержание каротина, сухого вещества, нитратов, сахаров, радионуклидов, устойчивость к болезням; морфологические признаки: форма розетки, диаметр розетки, число листьев в розетке, окраска листовой пластинки, форма листовой пластинки, опушение черешка листа, толщина черешка листа, высота розетки, форма корнеплода, длина корнеплода, диаметр корнеплода, диаметр сердцевинки, выравненность корнеплода, окраска

мякоти корнеплода; комбинационная способность; корреляционные связи между хозяйственно ценными признаками.

2.3 Материалы и методы исследований

Закладка полевых опытов проводилась в соответствии с «Методическими указаниями ВИР по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов» (1977), «Методами селекции и семеноводства овощных корнеплодных культур» (2003), «Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов корнеплодных растений (морковь, свекла, редис, редька, репа, брюква, пастернак)» (1987), «Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов корнеплодных растений» (1987), «Методические указания по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте» (1985), «Методика полевого опыта в овощеводстве» (2011), «Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)» (Доспехов, 1985).

Методы исследований коллекционных и селекционных образцов. Посев моркови столовой, свеклы столовой, пастернака, петрушки корневой проводили 5-15 мая по схеме 62+8 см. Площадь делянки в питомниках коллекционного сортоизучения составлял 4,2 м², учетная – 1,4 м², селекционного – 5 м², конкурсного – 10,5 м², количество анализируемых растений в каждом образце – 10-50 шт.

Посев редиса происходил с 20 апреля по 5 мая по схеме 5x6 см. Редьку, дайкон, лобу высевали 20-25 июля по схеме 15x70 см. Площадь делянки в питомниках коллекционного сортоизучения составляла 4,2 м², селекционного – 5 м², конкурсного – 10,5 м², количество анализируемых растений в каждом сортообразце – 10-50 шт.

Технологические процессы ухода за растениями осуществляли по общепринятой схеме возделывания моркови столовой на узкопрофильных грядах согласно разработанной в РУП «Институт овощеводства технологии

возделывания моркови столовой (2003; 2012) и отраслевого регламента «Возделывание моркови столовой» (2010).

При анализе коллекционного и селекционного материала в течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения и морфологические описания растений. Оценку качественных и количественных признаков коллекционных образцов производили по общепринятой международной методике UPOV (2003). Учитывались следующие показатели: форма розетки, величина розетки, число листьев в розетке, окраска листовой пластинки, форма листовой пластинки, длина листовой пластинки, характер поверхности листовой пластинки, длина черешка и толщина черешка листа, высота и диаметр корнеплода, форма корнеплода (индекс формы корнеплода), окраска мякоти корнеплода, окраска ксилемной части, соотношение массы листьев к массе корнеплода, погруженность в почву, урожайность, товарность, биохимические показатели корнеплодов (содержание сухих веществ, суммы сахаров, каротина, нитратов).

При фенологических измерениях сроком вступления семенников в фазу считали момент, когда 75% растений достигали данной фазы развития, а началом фазы – 15%.

Биохимические анализы образцов корнеплодных овощных культур проводили в отделе защищенного грунта и агрохимии РУП «Институт овощеводства» по следующим показателям: сухое вещество - высушиванием в термостате до постоянной массы; аскорбиновая кислота – восстанавливали молибденовокислым аммонием фотоколориметрическим методом; моносахара - по Бертрану фотоколориметрическим методом (Пономарева, Иванова, 1982; Бородина, 2002).

Для получения гибридов нами была использована гибридизация с кастрацией. При подборе компонентов скрещивания использовали характеристики коллекционных образцов по особенностям фенотипического проявления хозяйственно-ценных признаков.

Методы исследований по изучению метода биохимической оценки образцов моркови столовой на устойчивость к бурой пятнистости листьев.

В полевых условиях проводилась оценка устойчивости данных сортобразцов к бурой пятнистости листьев, а в лабораторных условиях определялась активность пероксидазы в их листьях. Интенсивность проявления болезни и степень устойчивости определяли по 9 балльной шкале СЭВ.

Методика определения активности пероксидазы. В период вегетации растений моркови при достижении 50 дневного возраста со середины розетки у каждого образца отбирается по одному листу с 15 растений. Для определения активности пероксидазы готовится 5 ферментных вытяжек (проб), а затем – реакционные смеси. Для приготовления каждой ферментной вытяжки отбираются листья трех растений.

Активность пероксидазы (ПА) измеряется гваякольным методом Лин и Као (Lin, Као, 2001) по образованию окрашенного продукта пероксидазной реакции – тетрагваякола. Образование окрашенного продукта – тетрагваякола регистрируется по увеличению оптической плотности при длине волны 470 нм во времени. Для определения активности пероксидазы используется супернатант (ферментная вытяжка). Предварительно, стандартным методом Лоури (Lowry, 1951), определяется концентрация белка в ферментной вытяжке (в мг/мл).

Методы исследований эпидермиса листьев моркови столовой.
Исследования по изучению морфологии эпидермиса листьев коллекционных образцов моркови выполнены в лаборатории биохимии ФГБНУ ВСТИСП в 2014-2016 гг. Объектами исследования служили листья 10 коллекционных образцов моркови столовой из мировой коллекции ВИР. Для исследований отбирали полностью сформированные листья (в начале августа) из средней части розетки листьев. Исследовали участок листовой пластинки, расположенный между краем листа и центральной жилкой. Кусочки листа размером 5x5 мм вырезали из средней трети листовой пластинки и наклеивали на специальную подложку, помещенную на объектный столик сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM 6010-LA. Эпидерму изучали на обеих сторонах листа.

Методы исследований бурой пятнистости листьев моркови столовой.

Пораженность растений бурой пятнистостью листьев и устойчивость сортообразцов моркови к болезни определяли по 9-ти балльной шкале согласно «Унифицированному классификатору СЭВ», 1990 (таблица 2.6). Рассчитывали средний балл и процент развития болезни (Чумаков, 1974).

Таблица 2.6 – Шкалы поражения и устойчивости растений моркови к бурой пятнистости листьев.

Шкала поражения, балл	Степень поражения	Шкала устойчивости, балл	Степень устойчивости
1	поражение отсутствует или очень слабое	9	очень высокая
3	слабое	7	высокая
5	среднее	5	средняя
7	сильное	3	низкая
9	очень сильное	1	очень низкая

Уборку корнеплодов проводили во второй декаде сентября. Все испытуемые образцы закладывали на хранение. В течение этого периода велся учет пораженности болезнями при хранении. В период окончания хранения использовали количественный метод оценки сохранности корнеплодов.

Методы исследований по изучению способов хранения моркови столовой.

При проведении исследований по подбору способов (песок и опилки) и анализа спектра заболеваний закладку корнеплодов на хранение проводили в первой декаде ноября. Корнеплоды послойно пересыпали песком и опилками и хранили в пластмассовых ящиках (40 х 60 х 20 см) в хранилище полуназемного типа с естественным охлаждением. В качестве контрольного варианта использовали корнеплоды, хранившиеся без использования песка и опилок.

Условия хранения были следующими: температура воздуха – 1-3 °С, влажность – 85%. Повторность опыта – 4-х кратная. Учет пораженности корнеплодов проводили по окончании хранения. Определяли процент пораженных корнеплодов комплексом болезней от общего количества

анализируемых корнеплодов, а также процент пораженных корнеплодов отдельно конкретной болезнью.

Методы исследований по изучению способов выращивания семенных растений моркови столовой. При определении влияния способов выращивания семенников на урожайность и качество семян посадку семенников проводили в III декаде апреля, уборку семян – во II декаде сентября. Площадь учетных делянок – 10,5 м². Схема посадки – 70 x 25 см, количество растений на делянке – 60 шт. Повторность опыта четырехкратная. Исследования проводили на сорте Лявониха.

Посевные качества семян определяли согласно ГОСТу 12038-84 (1991). Каждого образца анализировалось по 100 семян (25 шт. в чашке Петри).

Анализ микробиоты семян на наличие наружной и внутренней инфекции осуществляли по «Методическим указаниям по определению зараженности болезнями семян основных овощных культур» (1986) и методикам, представленным в книге Наумовой В.А. «Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию» (1980).

Инфицированность семян фитопатогенами определяли в лабораторных условиях на искусственных питательных средах в чашках Петри. Использовали агаризованные питательные среды – картофельно-глюкозную и среду Чапека. В чашки Петри с питательной средой, толщина слоя которой 3-4 мм, раскладывали семена на расстоянии 1-2 см одно от другого, по 10 шт. Повторность опыта 4-кратная. Все виды работ проводились в стерильных условиях. Закрытые чашки с заложенными в них семенами выдерживали в термостате при температуре 22-23 °С.

Учет инфицированности семян (процент инфицированных семян) осуществляли на 6-7 день после их посева по формуле: $X = N / n * 100$ (где N – суммарное количество зараженных семян, n – общее число семян, взятых для анализа).

Идентификацию возбудителей болезней проводили по определителям, составленным М.В. Хохряковым и др. (1966), Н.М. Пидопличко (1977), В.И. Билай (1988).

Методы исследований по изучению пораженности вирусными патогенами растений моркови столовой. Оценку коллекционных и селекционных сортообразцов овощных культур на пораженность вирусными патогенами с целью выделения свободных от вирусов растений для дальнейшей селекционной работы проводили методами визуальной и иммуноферментной диагностики.

Визуальный метод – это вспомогательный прием, который используется для предварительной ориентировки природы болезни и позволяет отобрать образцы для дальнейших специальных анализов. Данный метод применялся нами для оценки пораженности растений вирусными патогенами и отбора безвирусного коллекционного и селекционного материала.

Визуальному анализу подвергались все растения испытываемых сортообразцов. Пораженность растений определялась путем учета больных растений по внешним симптомам заболевания и выражалась в процентах от количества просмотренных растений.

Метод визуальной диагностики прост, так как не требуется специальных приборов для его проведения. Основным недостатком данного метода является низкая достоверность результатов, поскольку симптомы, проявляющиеся на растениях, кроме вирусов могут вызываться различными изменениями условий среды, недостатком или избытком элементов питания, неправильным применением гербицидов и другими факторами. Для уточнения результатов визуальной оценки они должны проверяться другими методами диагностики.

В настоящее время точная диагностика фитопатогенных вирусов стала возможна при дополнении классических методов идентификации современным методом иммуноферментного анализа (ИФА).

Принцип метода ИФА заключается в образовании комплекса между специфическими антивирусными иммуноглобулинами (антителами) и антигенами белка оболочки вирусов в соке растений, нанесенного на планшет, с последующим добавлением ферментного маркера и определенного для данного набора субстрата (щелочная фосфатаза). По интенсивности окраски субстрата определяется количественное содержание скрытой вирусной инфекции.

Иммуноферментный анализ (ИФА) проводили с использованием наборов фирмы Adgen (Шотландия) с помощью спектрофотометра СФ-46 при длине волны 480 нм, определяя относительную концентрацию вирусных частиц в пробах.

Методы исследований по изучению накопления радионуклидов в растениях моркови столовой. Оценку на содержание в корнеплодах моркови радионуклидов Стронция-90 и Цезия-137 проводили согласно Методическим указаниям МУК 2.6.1.1194-03 (Радиоационный контроль. Стронций-90 и Цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка).

Методы исследований по изучению мутагенеза на растениях редиса и свеклы столовой. Изучение воздействия концентрации раствора колхицина и экспозиции на проростки семян проводили по следующей схеме (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Схема изучения воздействия концентрации раствора колхицина и экспозиции на проростки семян редиса

Экспозиция	Концентрация раствора колхицина, %			
	0,05	0,10	0,15	0,20
3 часа	х	х	х	х
6 часов	х	х	х	х

Для определения оптимальных доз воздействия мутагена на семена редиса и свеклы столовой были проведены исследования по изучению влияния доз гамма-излучения Co^{60} на всхожесть семян редиса и свеклы столовой.

Семена редиса облучали дозами кобальта 300 Гр, 1100 Гр и 2000 Гр. Действие всех примененных доз сопровождалось получением жизнеспособных в лабораторных условиях растений редиса (M_0).

Использовали столовые корнеплоды: свеклу столовую сортов Прыгажуня, Гаспадыня, Веста и редис Злата, Ледяная сосулька, Розово-красный с белым кончиком, Моховский, 22/08, 1/09, 15/10, 6/11, Смачны (стандарт).

Исследования по полиплоидии и получению мутантных форм проводили согласно «Методам экспериментального получения полиплоидных и мутантных форм растений: пособие для селекционных станций» (1967).

Методы исследований по изучению общей комбинационной способности сортов редиса. Оценку общей комбинационной способности проводили с использованием шкалы В.Д. Кобылянского и др. (1977), которая составлена с величиной интервала 10% с поправкой на показатель наименьшей существенной разницы (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Шкала оценки комбинационной способности сортов

Комбинационная способность	Балл	Урожайность гибридов, % к средней урожайности гибридов в опыте, для оценки ОКС
Очень низкая	1	Ниже 100 + НСР
Низкая	3	100 + НСР
Средняя	5	101-110 + НСР
Высокая	7	111-120 + НСР
Очень высокая	9	Выше 121 + НСР

Методы исследований по изучению технологии семеноводства хрена и катрана. Посадку производили весной на узкопрофильных грядках, при базовой ширине междурядий 70 см. Для получения ровных неветвящихся корневищ, перед посадкой проводили обтирку средней части посадочных черенков, которые предварительно проращивали в увлажненном песке. Обтирание проводили тыльной стороной ножа, чтобы удалить спящие почки.

Для определения оптимальных доз минеральных удобрений для растений хрена их вносили в следующих дозах: $N_{60}P_{90}K_{120}$, $N_{90}P_{90}K_{120}$ и $N_{120}P_{90}K_{120}$. Фоном был вариант с применением торфонавозного компоста (ТНК) в дозе 60 т/га. Контролем служил вариант без удобрений.

Площадь учетной делянки в опытах хрена составила 4,2-8,4 м², при трех - четырехкратной повторности, расположение вариантов рендомизированное (Доспехов, 1985).

В исследованиях по оптимизации густоты посадки черенков при выращивании хрена высадку проводились с густотой 57 тыс.шт./га, 48, 41, и 36 тыс. шт./га. Количество черенков на 1 м. п. составило соответственно 2,5; 2,8; 3,3; 4,0 штук, глубина посадки – 3-4 см.

Для определения влияния сроков посадки и уборки хрена на урожайность изучали следующие способы его возделывания (культуры): яровая однолетняя при осенней уборке (осенний в однолетней культуре), яровая однолетняя при весенней уборке (ранневесенний (до начала вегетации)), яровая двухлетняя (двухлетняя культура (осенняя уборка)).

Перед уборкой проводили удаление ботвы ботвоуборочной машиной КИТ-1,5, а для уборки корневищ применяли технические средства: подкапывающую скобу – СНУ-3С и картофелекопатель, КСТ-1,4М.

Статистическую обработку результатов исследований проводили используя методы дисперсионного анализа (Доспехов Б.А, 1985) и с помощью программы Statistica 6.0. Созданные сорта испытывались в ГСИ (МСХП РБ и ГСИ, 2009-2017).

Выводы по главе 2

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались разнообразными условиями в отношении количества осадков и среднесуточным температурам, что позволило выявить лучшие коллекционные образцы, гибридные комбинации и оценить созданные сорта и гибриды корнеплодных овощных культур.

Организация, методы исследований и методы селекции были направлены на создание исходного материала, сортов и гибридов корнеплодных овощных культур, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков, а также на разработку вопросов первичного семеноводства, технологии получения маточных корнеплодов и технологии получения семян корнеплодных овощных культур.

Глава 3 ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА МОРКОВИ И СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ

3.1. Оценка образцов моркови и свеклы столовой в условиях Республики Беларусь

3.1.1. Оценка образцов моркови столовой по морфологическим признакам и хозяйственно ценным признакам

Конкретные климатические условия определяют специфическое проявления ряда морфологических показателей растений моркови столовой, наблюдающихся в пределах данной территории выращивания. Представляет интерес установление норм реакции генетически близких групп растений, характерных для рассматриваемой почвенно-климатической зоны. В 2004-2012 гг. нами впервые было проведено морфологическое описание образцов моркови столовой. Оценка морфологических признаков коллекционных образцов проводили по общепринятой международной методике UPOV в условиях Беларуси.

Положение листовой розетки у моркови столовой разнообразно – от раскидистой (чаще у азиатских форм) до прямостоячей. Условия выращивания влияют на положение розетки листьев. Так, в южных засушливых регионах розетка листьев обычно прижатая и очень мелкая, а в условиях влажного климата при поливе – более прямостоячая и очень мощная.

Важное значение имеет положение розетки листьев при оценке образцов моркови столовой на предмет пригодности к механизированной уборке. Предпочтительней вертикальное расположение листьев с углом отклонения в пределах 30-60°. При уборке моркови столовой с предварительной срезкой ботвы необходима прямостоячая розетка листьев.

Выделенные сорта - источники различного положения листовой розетки моркови столовой в условиях Беларуси представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Источники по признаку «положение листовой розетки» для селекции моркови столовой

Индекс	Признак (листовая розетка)	Образец
1	Полустоячая	Тушон, Литвинка, Карлена, Королева Осени, Алтайская Лакомка, Бирючекутская 415, Вита Лонга, Дарья, Дабрыня, Долянка, Карамелька, Кардинал, Карини, Каротан РЗ, Минор, Марлинка, Московская Зимняя А515, Несравненная, Ред Кор, Ройал Шансон, Селянка, Скромница, Суражевская 1, Тайфун, Флакке Агрони, Флам, Холидей, Шантенэ 2461, Шантенэ Королевская, Шантенэ Роял, Шантенэ-Комет, Шантанэ Ред Коред, Шантино, Chantenay, De Colmar à cœur rouge 2, Парижская каротель, Parijse Markt 2, Markt 3, Минчанка, Паулинка, Вита Лонга, Бодринка, Варвара, Даяна, Зимний Нектар, Крестьянка, Монастырская, Нежная, Соломон, Факел, Варвара Краса, Олимпус, Ромоса, Джоба, Imperator, De Colmar à cœur rouge 3, Лявониha, Берликум Роял, Блюз, Боярыня, Витаминная 6, Дарина, Деликатесная, Детская, Кампо, Кармен, Красная Боярыня, Лакомка, Лонге Роте, Лосиноостровская 13, Малика, Медовая, Микуловская, Монанта, Москвичка, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нантская 4, Нанико, Настена, Натургор, НИИОХ 336, Ньюанс, Рига РЗ, Розаль, Ройал Флакоро, Ройал Форто, Принцесса, Самсон, Сентябрина, Сладстена, Соната, Супер Мускат, Услада, Фараон, Фея, Фэнси, Черноземочка, Шатрия, Berlikumer 2, Berlikumer 3
3	Раскидистая	Nantaise améliorée 2, Amsterdam 2, Maestro
5	Прижатая	Мирзои красная 228, Китайская красавица

Изученные коллекционные образцы моркови столовой имели полустоячую листовую розетку. Образцы Nantaise améliorée 2, Amsterdam 2, Maestro отличались раскидистой розеткой листьев, а прижатая листовая розетка была у образцов Мирзои красная 228, Китайская красавица. Большинство изученных коллекционных образцов моркови столовой являются источником для селекции на полустоячую листовую розетку.

В результате изучения 106 коллекционных образцов моркови столовой различного эколого-географического происхождения выделены источники для селекции моркови столовой по признаку «форма корнеплода». Установлено, что у 47,2 % образцов была цилиндрическая форма корнеплода, 32,0 % образцов имели коническую форму корнеплодов, 13,2 % - усеченно-коническую, 4,7 % – веретеновидную, 2,9 % – округлую форму корнеплода. Образцы, имеющие овальную форму корнеплода, нами не были выявлены (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Источники по признаку «форма корнеплода» для селекции моркови столовой

Индекс	Форма корнеплода	Образец
1	Округлая	Парижская каротель, Parijse Markt 2, Markt 3
2	Овальная	-
3	Коническая	Литвинка, Карлена, Королева Осени, Алтайская Лакомка, Бирючекутская 415, Вита Лонга, Дарья, Дабрыня, Долянка, Карамелька, Кардинал, Карини, Каротан РЗ, Минор, Марлинка, Московская Зимняя А515, Несравненная, Ред Кор, Ройал Шансон, Селянка, Скромница, Суражевская 1, Тайфун, Флакке Агрони, Флам, Холидей, Шантенэ 2461, Шантенэ Королевская, Шантенэ Роял, Шантенэ-Комет, Шантанэ Ред Коред, Шантино, Chantenay, De Colmar à cœur rouge 2
4	Веретеновидная	Олимпус, Ромоса, Джоба, Imperator, De Colmar à cœur rouge 3
5	Усеченно-коническая	Минчанка, Паулинка, Вита Лонга, Бодринка, Варвара, Даяна, Зимний Нектар, Крестьянка, Монастырская, Нежная, Соломон, Факел, Варвара Краса, Maestro
6	Цилиндрическая	Лявониha, Берликум Роял, Блюз, Боярыня, Витаминная 6, Дарина, Деликатесная, Детская, Кампо, Кармен, Китайская красавица, Красная Боярыня, Лакомка, Лонге Роте, Лосиноостровская 13, Малика, Медовая, Микуловская, Монанта, Москвичка, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нантская 4, Нанико, Настена, Натургор, НИИОХ 336, Нюанс, Рига РЗ, Розаль, Ройал Флакоро, Ройал Форто, Принцесса, Самсон, Сентябряна, Сладстена, Соната, Супер Мускат, Услада, Фараон, Фея, Фэнси, Черноземочка, Шатрия, Amsterdam 2, Berlikumer 2, Berlikumer 3, Nantaise améliorée 5, Touchon

В результате изучения коллекционных образцов моркови столовой (таблица 3.3) выделены 35 источников с маленькой сердцевинной (оптимальное соотношение ксилемы и флоэмы 1:3 по диаметру поперечного среза).

Таблица 3.3 – Источники по признаку «диаметр сердцевины относительно общего диаметра корнеплода» для селекции моркови столовой

Индекс	Диаметр сердцевины (% от общего диаметра)	Образец
1	Очень маленький	Amsterdam 2, Amsterdam 3, Tourino
3	Маленький, менее 30 %	Минчанка, Вита Лонга, Nantaise améliorée 2, Nantaise améliorée 3, Лявониha, Витаминная 6, Дарина, Деликатесная, Детская, Кампо, Кармен, Лосиноостровская 13, Малика, Медовая, Микуловская, Монанта, Москвичка, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нантская 4, Нанико, Настена, Натургор, НИИОХ 336, Ньюанс, Рига Р3, Розаль, Самсон, Nantaise améliorée 5, Touchon, Парижская каротель, Parijse Markt 2, Markt 3
5	Среднего диаметра	Паулинка, Бодринка, Варвара, Даяна, Зимний Нектар, Крестьянка, Монастырская, Нежная, Соломон, Факел, Варвара Краса, Maestro Сентябрина, Сластена, Соната, Супер Мускат, Услада, Фараон, Фея, Фэнси, Черноземочка, Шатрия, Ройал Флакоро, Ройал Форто, Принцесса, Китайская красавица, Красная Боярыня, Лакомка, Лонге Роте, Берликум Роял, Блюз, Боярыня, Verlikumer 2, Verlikumer 3 Литвинка, Карлена, Королева Осени, Алтайская Лакомка, Бирючукутская 415, Вита Лонга, Дарья, Дабрыня, Карамелька, Кардинал, Карини, Каротан Р3, Минор, Марлинка, Несравненная, Ред Кор, Ройал Шансон, Селянка, Скромница, Суражевская 1, Флакке Агрони, Флам, Холидей, Шантенэ Королевская, Шантенэ Роял, Шантанэ Ред Коред, Шантино, De Colmar à cœur rouge 2 Олимпус, Ромоса, Джоба, Imperator
7	Большой, более 45%	De Colmar à cœur rouge 2 Долянка, Московская Зимняя А515 Тайфун, Шантенэ-Комет, Chantenay
9	Очень большой	Giganta, Шантенэ 2461

При отборе маточников в различных экологических условиях селекционерам важно знать и учитывать характер изменчивости формы корнеплодов.

Возделывание моркови столовой на тяжелых глинистых почвах вызывает образование из цилиндрических форм конических форм. Каменистые и переуплотненные почвы также как и загущенность посевов вызывают разветвленность и уродливость корнеплодов. Деформация корнеплодов наблюдается при мелкой вспашке, повреждении корней болезнями и вредителями, низкой влажности почвы, медленном росте растений из-за низкой температуры.

Одним из основных признаков корнеплодов моркови столовой является диаметр сердцевинки относительно общего диаметра корнеплода. Сердцевинкой является ксилемная часть корнеплода, а остальная часть флоэмной. Флоэма является наиболее богатой ценными веществами частью корнеплода. Поэтому необходимо вести селекцию на размер ксилемной части корнеплода не менее 25-30%.

Важными хозяйственными признаками, по которым необходимо вести селекцию являются также: «место прикрепления листьев к корнеплоду», «длина корнеплода», «внешняя окраска корнеплода», «поверхность корнеплода», «окраска сердцевинки корнеплода», «положение корнеплода относительно уровня почвы», «тенденция растения к цветущности», «размер зеленой окраски кожуры плечиков корнеплода». Результаты оценки коллекционных образцов по важным морфологическим признакам представлены в таблице 3.4.

В результате исследований установлено, что в качестве исходного материала по окраске корнеплода более всего подходят следующие образцы с маленькой сердцевинкой: Bingo, Tancar, Goliath, Pinocchio, Минчанка, Вита Лонга, Nantaise améliorée 2, Nantaise améliorée 3, Лявониха, Витаминная 6, Дарина, Деликатесная, Детская, Кампо, Кармен, Лосиноостровская 13, Малика, Медовая, Микуловская, Монанта, Москвичка, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нанико, Настена, Натургор, НИИОХ 336, Ньюанс, Рига РЗ, Розаль.

Таблица 3.4 – Источники хозяйственно ценных морфологических признаков для селекции моркови столовой

Признак	Степень выраженности признака	Образец
Листовая розетка: место прикрепления листьев к корнеплоду	средней ширины	Nantaise améliorée 2, Rothild, Минчанка, Вита Лонга, Витаминная6, Лосиноостровская 13, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нантская 4, Нанико, Настена, Натургор, Рига РЗ, Розаль, Самсон, Nantaise améliorée 5, Touchon,
Лист: длина (включая черешок)	средней длины	Juwarot, Nantaise améliorée 2, Минчанка, Розаль, Самсон, Nantaise améliorée 5, Touchon, Парижская каротель, Parijse Markt 2, Markt 3
Корнеплод: поверхность	гладкая	Favor, Sytan, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нантская 4, Нанико, Настена, Натургор, Рига РЗ, Розаль, Самсон
Корнеплод: окраска сердцевины	оранжевая	Nantaise améliorée 2, Nantaise améliorée 3, Минчанка, Вита Лонга, Витаминная 6, Кармен, Лосиноостровская 13, Малика, Медовая, Монанта, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нанико, Настена, Натургор, Ньюанс, Рига РЗ, Розаль, Самсон, Nantaise améliorée 5
Корнеплод: положение относительно уровня почвы	слабо выступает	Amsterdam 2, Amsterdam 3, Nantaise améliorée 2, Nantaise améliorée 3, Минчанка, Вита Лонга, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нанико, Настена, Натургор, Ньюанс, Рига РЗ, Розаль, Самсон, Nantaise améliorée 5
Растение: тенденция к цветущности	слабая	Molene, Tancar
Корнеплод: размер зеленой окраски кожуры плечиков	отсутствует или очень маленький	Karotan, Минчанка, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нанико, Настена, Натургор, НИИОХ 336, Ньюанс, Рига РЗ, Розаль, Самсон, Nantaise améliorée 5

Ценным столовым сортам моркови присуща оранжевая окраска корнеплода и сходная с ней одинаковая окраска кортикального слоя ксилемы. По этому показателю выделились 21 образец: Nantaise améliorée 2, Nantaise améliorée 3, Минчанка, Вита Лонга, Витаминная 6, Кармен, Лосиноостровская 13, Малика, Медовая, Монанта, Нанте, Нантезе, Нантес 2 Тито, Нанико, Настена, Натургор, Ньюанс, Рига РЗ, Розаль, Самсон, Nantaise améliorée 5.

В результате биометрических измерений сортообразцов моркови столовой в качестве исходного материала для селекции на пригодность к механизированной уборке выделились сорта с неломкими черешками листьев. Всего выделено 6 образцов: Самсон, Наника, Натофи, Парижский рынок, Вита Лонга, Амстердамская.

По результатам изучения коллекционных образцов определено, что наиболее стабильными признаками были: наружная окраска корнеплода, окраска сердцевины, форма розетки, окраска листовой пластинки, поверхность пластинки листа ($CV= 2,74-6,25$), а наиболее изменчивый – признак цветущность растений ($CV= 46,31$).

Оценка моркови столовой на скороспелость. Для более раннего обеспечения населения овощной продукцией высокого качества нужны скороспелые сорта моркови столовой, с урожайностью на 60-70-е сутки от массовых всходов не менее 25-30 т/га, содержанием каротина – 12-14 мг/%, массой корнеплода – 50-75 г, содержанием нитратов – не более 100 мг/кг сырого вещества. Для скороспелого типа корнеплода характерно более быстрое формирование массы корнеплода, а также интенсивное накопление каротина и сахаров с оптимальным соотношением моносахаров и сахарозы как показателей степени спелости корнеплода.

Б.В. Квасников (1986) также указывает на то, что для селекции корнеплодов на скороспелость следует проводить посев в ранние сроки, типичные для производства скороспелой продукции. Семеноводство раннеспелых сортов (однократную семенную репродукцию) нужно вести при поздних весенних и летних сроках посева.

Оценку на скороспелость селекционных образцов проводили, отбирая пробы в период образования корнеплодов у наиболее скороспелого образца, а затем каждые 3-5 дней до уборки.

В зависимости от наступления технической спелости корнеплодов моркови столовой селекционные образцы были условно разделены на четыре группы: скороспелые, раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые. Спелость корнеплодов моркови столовой определяли по шкале (таблице 3.5).

Таблица 3.5 – Шкала оценки на скороспелость корнеплодов моркови столовой

Группа	Группа спелости	Вегетационный период, дни
1	скороспелые	до 70
2	раннеспелые	71-90
3	среднеспелые	91-120
4	позднеспелые	121 и выше

В результате исследований нами были выделены скороспелые селекционные образцы с продолжительностью вегетационного периода до 70 дней: Ц-1001, Ц-3501. Выделенные селекционные образцы отличались следующими признаками: цилиндрическая форма корнеплода, небольшая розетка листьев, маленькая головка корнеплода, тонкие черешки листьев. Также за три года изучения нами выделен раннеспелый образец К-2902, который формирует ранний урожай за 75-80 дней. Селекционные образцы К-2301, К-2102 и сорта Минчанка, Литвинка, Паулинка, Лявониha (стандарт) были отнесены к среднеспелым. Образец К-0501, который имел коническую форму корнеплода и мощную листовую розетку, формировал урожай за 130-134 дней и был нами отнесен к позднеспелой группе (таблице 3.6).

Таблица 3.6 – Характеристика селекционных образцов моркови столовой по продолжительности вегетационного периода, 2004-2006 гг.

Образец	Продолжительность вегетационного периода, сутки		
	2004 г.	2005 г.	2006 г.
К-2301	95	100	103
Ц-1001	68	70	70
К-2902	75	77	78
К-0501	134	130	133
К-2102	110	115	114
Ц-3501	69	69	68
Ц-2601	90	96	97
Минчанка	99	105	100
Литвинка	115	114	116
Паулинка	103	110	106
Лявониha (стандарт)	103	110	110

Оценка моркови столовой по урожайности. В результате проведенного нами анализа 24 образцов моркови столовой по основным хозяйственно ценным признакам (таблице 3.7) установлено, что 4 сорта моркови превзошли стандарт – сорт Лявониha по урожайности корнеплодов. Это сорта 8В (урожайность 55,6 т/га), Шантене (урожайность 52,8 т/га), Ньюанс (урожайность 50,8 т/га), Шантене королевская (урожайность 55,6 т/га). Урожайность стандарта сорта Лявониha составила 48,2 т/га. Товарность выделившихся по урожайности сортов была в пределах товарности стандарта (76-89%). Выделенные образцы являются хорошим исходным материалом для селекции на повышение продуктивности.

При учете урожайности коллекционных образцов важно не только повышение их продуктивности в отдельные годы, но и стабильность урожая по годам испытания, так как условия выращивания могут существенно влиять на хозяйственно ценные признаки. Коэффициент вариации (CV) по данному признаку в среднем по коллекции составил $18,32 \pm 6,77\%$.

Таблица 3.7 – Характеристика коллекционных сортообразцов моркови столовой по урожайности и товарности, 2004-2006 гг.

Образец	Средняя масса корнеплода, г	Товарная урожайность, т/га	Товарность, %
Лявониha (стандарт)	124	48,2	81
Галандка	80	32,1	78
Самсон	110	52,5	71
Наника	98	32,1	77
Натофи	87	44,6	66
Парижский Рынок	69	28,2	70
Вита Лонга	140	44,6	74
НИИОХ 336	122	45,4	62
Леандр	125	46,1	70
RCV	98	25,0	82
8В	140	51,8	76
Амстердамская	97	32,9	69
Карлена	118	48,1	69
Шантене Королевская	166	47,4	67
Леандр	152	35,7	65
Шантене	134	52,8	89
Лосиноостровская 13	124	45,7	64
Нюанс	120	50,8	78
Королева Осени	110	42,1	71
Аленка	109	41,4	78
Даланка	112	39,3	74
Карал	121	33,9	71
Флакер	142	37,5	70
Камила	108	30,4	68
НСР ₀₅	15,8	3,2	-

Оценка моркови столовой на биохимические и технологические показатели и лежкоспособность. В наших исследованиях при проведении биохимического анализа корнеплодов моркови столовой отмечено, что все сортообразцы различались по содержанию сухого вещества, суммы сахаров, содержанию каротина и накоплению нитратов.

При проведении оценки на качество корнеплодов в период уборки сортов моркови в 2004-2006 гг. было установлено, что биохимические показатели

различались в зависимости от сортообразца. Так, более высокое содержание сухих веществ 13,0-13,9 % отмечено в образцах Ньюанс, Шантане королевское, Карлена, Лосиноостровская 13. Что касается сахаров, то количество их у образцов Лосиноостровская 13, Ньюанс, Карлена, Шантане колебалось от 7,34 % до 9,46 %. Повышенное содержание каротина 16,2-13,5 мг % выявлено в образцах Ньюанс, Лосиноостровская 13 и Лявониха.

Наибольшее содержание нитратов 113 – 161 мг на кг сырой массы отмечено у сортов Королева Осени, Леандр и эти показатели находились в пределах ПДК (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Биохимическая характеристика лучших сортов моркови столовой, 2004-2006 гг.

Сорт	Содержание в корнеплодах				
	Сухих веществ, %	Сахаров, %		Каротин, мг %	Нитраты, мг/кг
		моно	Сумма		
Лявониха	11,9	3,10	6,26	13,4	25
Шантенэ	11,5	3,67	7,34	8,6	30
Королева Осени	12,8	3,10	6,51	8,9	113
Ньюанс	13,0	2,88	7,98	13,5	35
Карлена	13,6	2,39	9,46	12,4	24
Леандр	12,3	3,54	6,64	11,5	161
Лосиноостровская	13,9	1,49	7,48	16,2	49
Шантане Королевское	13,2	4,09	7,20	13,8	45
НСР ₀₅	0,9	0,22	0,5	0,06	7,3

Нами установлено, что наиболее изменчив такой показатель как содержание нитратов. Так, в среднем за годы исследований коэффициент вариации (CV) по данному признаку составлял $CV=48,22\pm 10,15\%$. Наименьшая изменчивость была по содержанию сухого вещества $CV= 12,89\pm 4,96\%$.

В результате проведенной оценки по биохимическим показателям селекционных образцов в 2008-2010 гг. выделены образцы с высоким содержанием сухого вещества – К-0501, К-2101, К-2301, суммы сахаров –

Литвинка, К-0501, Минчанка, Ц-2601, Лявониha, К-2102, каротина – Паулинка, Минчанка, Литвинка, К-0501, Ц-2601. Все исследуемые селекционные образцы, в том числе и стандарт, не превысили допустимой концентрации по содержанию нитратов. Повышенным их содержанием, по сравнению со стандартом, обладали следующие образцы: К-2902, Ц-3501, К-0501, Паулинка (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Биохимическая характеристика лучших селекционных образцов моркови столовой, 2008-2010 гг.

Образец	Содержание в корнеплодах				
	Сухих веществ, %	Сахаров, %		Каротин, мг %	Нитраты, мг/кг
		моно	Сумма		
К-2301	13,2	3,15	6,21	14,5	29
Ц-1001	10,3	2,97	5,89	8,5	58
К-2902	10,8	3,02	6,07	8,3	95
К-0501	14,0	4,98	8,70	16,5	61
К-2102	13,7	3,51	7,31	14,3	40
Ц-3501	10,4	2,54	4,54	9,5	74
Ц-2601	13,5	2,69	7,45	15,3	38
Минчанка	12,2	4,01	8,32	17,7	20
Литвинка	12,5	3,98	9,6	17,0	46
Паулинка	11,1	3,95	7,25	18,0	63
Лявониha (стандарт)	12,1	3,64	7,40	12,8	25
НСР ₀₅	1,15	0,2	0,6	0,9	5,9

Дегустационную оценку селекционных образцов моркови столовой проводили по таким показателям, как размер, правильность, внешняя привлекательность, интенсивность окраски, равномерность окраски, вкус, аромат, консистенция покровных тканей, консистенция мякоти. Оценка проводилась по 5-балльной шкале.

В результате дегустационной оценки селекционных образцов и сортов выделились образцы Минчанка и Литвинка - 4,9 баллов, Паулинка - 4,7, К-2102 - 4,7, Ц-3501 – 4,5, Лявониha – 4,5 баллов (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Результаты дегустационной оценки селекционных образцов моркови, 2008-2010 гг.

Образец	Размер	Правильность	Внешняя привлекательность	Окраска		Вкус	Аромат	Консистенция		Общая оценка
				Интенсивность	Равномерность			Покровная ткань	Мякоть	
К-2301	4,2	3,7	4,9	4,3	4,0	4,3	4,8	4,1	3,1	4,1
Ц-1001	4,4	4,2	4,8	4,6	4,5	4,3	4,9	4,3	3,0	4,3
К-2902	4,0	3,3	4,3	3,9	3,3	4,1	4,9	4,1	2,6	3,8
К-0501	4,1	3,1	4,5	4,3	4,3	4,3	4,8	4,0	2,9	4,0
К-2102	4,8	4,4	4,9	4,8	4,7	4,7	4,8	4,6	4,6	4,7
Ц-3501	4,5	3,9	4,7	4,5	4,8	4,4	4,9	4,9	4,3	4,5
Ц-2601	4,4	4,2	4,8	4,6	4,5	4,3	4,9	4,3	3,0	4,3
Минчанка	4,9	4,8	4,8	5,0	5,0	4,9	4,9	5,0	5,0	4,9
Литвинка	4,8	4,9	4,8	5,0	5,0	4,9	4,9	5,0	5,0	4,9
Паулинка	4,8	4,4	4,9	4,8	4,7	4,7	4,8	4,6	4,6	4,7
Лявониha (стандарт)	4,5	3,9	4,7	4,5	4,8	4,4	4,9	4,9	4,3	4,5

При определении лежкоспособности коллекционных сортообразцов (таблица 3.11) отмечено, что сохранность сортов моркови столовой Лосиноостровская 13, Долянка, Шантане, Регульска, Леандр, Нантская составила 100%. Сохранность стандарта сорта Лявониha составила 92 %. У образцов Берликумер, Аленка, Нантская 4, Лявониha отмечено незначительное поражение белой и черной гнилями (7-16%).

Лежкость селекционных образцов моркови варьировалась в пределах 80-91%. У образцов Ц-1001 и Лявониha, отмечено незначительное поражение белой и черной гнилями (таблица 3.12).

Таблица 3.11 – Сохранность лучших образцов моркови столовой, 2004-2005 г.

Образец	Заложено на хранение корнеплодов		Сохранилось корнеплодов		Сохранность, %
	шт.	кг	шт.	кг	
Берликумер	31	4,5	26	3,8	84
Аленка	13	3,0	12	2,8	92
Нантская 4	31	4,1	29	3,8	93
Лосиноостровская	71	9,7	71	9,7	100
Долянка	18	4,0	18	4,0	100
Шантане	13	2,9	13	2,9	100
Регульска	74	8,4	74	8,4	100
Леандр	27	4,7	27	4,7	100
Нантская	17	1,9	17	1,9	100
Лявониha (стандарт)	43	5,4	43	5,4	92

Таблица 3.12 – Лежкоспособность лучших селекционных образцов моркови столовой, 2008-2010 гг.

Образец	Лежкость, %
К-2301	84
Ц-1001	80
К-2902	90
К-0501	89
К-2102	85
Ц-3501	87
Ц-2601	85
Минчанка	89
Литвинка	91
Паулинка	89
Лявониha (стандарт)	80

Выделенные сортообразцы необходимо использовать в селекционном процессе как источники хорошей лежкости.

Оценка образцов моркови столовой на отзывчивость к интенсивным технологиям. Сорту принадлежит очень важная роль в освоении энерго- и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Возделывание высокопродуктивных сортов, способных наиболее полно использовать условия высокого агрофона, резко повышает экономическую эффективность внесения удобрений.

Оценку исходного материала на отзывчивость к интенсивным технологиям изучали на фоне применения внекорневых подкормок. Внекорневые подкормки из микроудобрений накладывали на макроудобрения при основном внесении в дозе $N_{75}P_{90}K_{120}$. Минеральные удобрения применялись в форме аммонизированного суперфосфата, хлористого калия и аммиачной селитры. Органические удобрения, в частности навоз 60 т/га, был внесен под предшествующую культуру.

Внекорневые подкормки растений моркови проводились различными составами: Эколист «Стандарт» - N-10%, K_2O -6%, MgO-2,7%, B-0,41%, Cu-0,41%, Fe-0,08%, Mn-0,04%, Mo-0,0016%, Zn-0,24%; Босфолиар 36 «Экстра» - N-36,3%, MgO-4,3%, B-0,03%, Cu-0,27%, Fe-0,03%, Mn-1,34%, Mo-0,01%, Zn-0,013%; Мультивит плюс - N-5,2%, P_2O_5 -5,0%, K_2O -8,5%, B-0,01%, Cu-0,01%, Fe-0,04%, Mn-0,01%, Mo-0,001%, Zn-0,01%; Простые микроудобрения, состоящие из борной кислоты и сульфата марганца.

Первая внекорневая подкормка растений моркови столовой была проведена в фазу 5-6 настоящих листьев, т.е. в период интенсивного нарастания вегетативной массы и вторая в период начала образования корнеплодов. Доза внесения в первую подкормку составила 2,5-3,0 л/га, а во вторую подкормку соответственно 5-6 л/га.

Наибольшая средняя урожайность корнеплодов моркови была у сортов Лявониха (40,1т/га), Долянка (39,3т/га), Шантенэ (39,2т/га). Лучшим вариантом

при внесении внекорневых подкормок оказался вариант с фосфолиаром (41,0т/га), также неплохой результат получен в варианте с микроэлементами (38,1т/га) (таблице 3.13).

Таблица 3.13 – Оценка коллекционных сортообразцов моркови столовой на отзывчивость на внесение комплексных и простых микроудобрений, 2005-2007 гг.

Сорт, гибрид	Вид микроудобрения	Урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса корнеплода, г
Карлена	Микроэлементы	37,8	82	107
	Мультивит плюс	36,0	90	99
	Босфолиар 36 «Экстра»	39,8	82	116
	Эколист «Стандарт»	36,7	89	109
Долянка	Микроэлементы	39,2	85	105
	Мультивит плюс	37,5	87	101
	Босфолиар 36 «Экстра»	42,1	81	113
	Эколист «Стандарт»	38,5	85	105
Шантенэ	Микроэлементы	39,7	86	114
	Мультивит плюс	36,5	88	110
	Босфолиар 36 «Экстра»	42,8	88	120
	Эколист «Стандарт»	37,8	90	110
Лявониha	Микроэлементы	39,9	83	121
	Мультивит плюс	37,9	85	115
	Босфолиар 36 «Экстра»	44,2	79	118
	Эколист «Стандарт»	38,5	88	118
Юлия	Микроэлементы	35,0	76	94
	Мультивит плюс	35,8	79	90
	Босфолиар 36 «Экстра»	37,8	75	97
	Эколист «Стандарт»	35,6	85	95
НСР05	-	2,3	-	1,1

Таким образом, источниками на отзывчивость к интенсивным технологиям являются сорта Лявониha, Долянка, Шантенэ.

Оценка исходного материала моркови столовой по уровню накопления тяжелых металлов и радионуклидов. В районах Беларуси, загрязненных радионуклидами, главной задачей в растениеводстве является производство продуктов питания с низким содержанием радионуклидов.

Подбор и создание сортов с минимальным накоплением радионуклидов является наиболее дешевым и доступным средством снижения поступления их из почвы в корнеплоды.

В пищевом рационе человека большом количестве должны содержаться витамины. По данным многочисленных исследований даже при малых дозах ионизирующего излучения увеличивается потребность организма в витаминах и под влиянием многих витаминов, обладающих определенными свойствами, организм легче переносит повышенные уровни радиации. Основными источниками витамина А на загрязненных территориях является морковь столовая.

Оценку исходного материала проводили в условиях КСУП «Ректа» Жлобинского района, КСУП «Агрокомбинат Холмеч» Речицкого района Гомельской области. Оценка выполнена в рамках пилотного проекта «Освоить технологии выращивания качественных овощей с применением современных средств механизации».

Радионуклиды находились в почве в ультра микроконцентрациях. Массовая концентрация радионуклидов в пахотном слое $^{90}\text{Sr} - 1,4 \times 10^{-17}\%$, $\text{Cs} - 2,3 \times 10^{-17}\%$. Поэтому они не вызывают изменений основных агрохимических свойств почвы (рН, соотношения элементов минерального питания и т.д.). За счет радиоактивного распада стронция и цезия, почвы ежегодно очищаются соответственно на 2,5 и 2,2%.

Первоначально нами была проведена оценка по накоплению коллекционными образцами тяжелых металлов в условиях радиоактивного загрязнения. Среди изучаемых образцов моркови с наибольшим содержанием

цинка 1,81-2,29 мг/кг и меди 0,16-0,21 мг/кг сырой массы отмечены сорта Лявониha, Королева осени и Лосиноостровская. Образцы Карлена и Леандр содержали несколько меньше цинка – 1,52-1,69 мг/кг, а содержание меди находилось на уровне 0,16-0,17 мг/кг. Наименьшее содержание цинка (0,98-1,01 мг/кг) и меди (0,11-0,12 мг/кг) выявлено в образцах Шантане и Ньюанс. В этих сортообразцах установлено накопление кадмия – 0,0008-0,0009 мг/кг, что в 33-36 раз меньше предельно допустимых количеств. Наибольшее содержание свинца (0,011-0,016 мг/кг) отмечено в образцах Леандр и Карлена, а наименьшее накопление свинца (0,0050-0,0075 мг/кг) – в образцах моркови Лявониha, Шантане Королевская, Ньюанс, Шантане, Королева осени и Лосиноостровская (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Содержание тяжелых металлов в корнеплодах моркови столовой, 2007-2009 гг.

Образец	Тяжелый металл, мг/кг			
	Zn	Cu	Cd	Pb
Лявониha	2,29	0,16	0,0023	0,0050
Шантане	0,98	0,12	0,0009	0,0071
Королева Осени	1,81	0,21	0,0011	0,0072
Ньюанс	1,01	0,11	0,0008	0,0069
Карлена	1,52	0,17	0,0009	0,016
Леандр	1,69	0,16	0,0014	0,011
Лосиноостровская	1,91	0,14	0,0014	0,0072
Шантане Кор.	1,09	0,15	0,0011	0,0068
НСР ₀₅	0,17	0,019	0,00025	0,00034
ПДК	10,0	5,0	0,03	0,5

Определение радиоактивных элементов в корнеплодах моркови столовой показало, что наименьшее содержание стронция-90 ($2,1-2,5 \pm 0,7$ Бк/кг) выявлено в сортообразцах моркови Шантане, Ньюанс, Карлена, Леандр. Эти же сортообразцы моркови меньше содержали радиоактивного элемента цезия-137 соответственно $2,8-4,1$ Бк/кг (таблица 3.15). Наибольшее содержание стронция ($90 \pm 5,5 \pm 1,2$ Бк/кг) и цезия ($137 < 4,2$ Бк/кг) находилась в корнеплодах моркови сорта Лосиноостровская. Наименьшее содержание радиоактивного элемента цезия ($137-$

<2,0 Бк/кг) отмечено у Шантане Королевская, а содержание стронция-90 у этого сорта находилось на уровне $3,8 \pm 0,9$ Бк/кг.

Таблица 3.15 – Содержание радиоактивных элементов в корнеплодах моркови столовой, 2007-2009 гг.

Образец	Радиоактивный элемент, Бк/кг	
	Стронций-90	Цезий-137
Лявониha	$3,4 \pm 0,8$	2,4
Шантане	$2,3 \pm 0,7$	< 4,1
Королева Осени	$2,4 \pm 0,7$	< 5,7
Нюанс	$2,1 \pm 0,6$	< 4,1
Карлена	$2,5 \pm 0,7$	< 3,9
Леандр	$2,5 \pm 0,7$	2,8
Лосиноостровская	$5,5 \pm 1,2$	< 4,2
Шантане Королевская	$3,8 \pm 0,9$	< 2,0

В результате проведения оценки исходного материала на почвах, загрязнённых радионуклидами, нами были выявлены сорта с наименьшим накоплением тяжелых металлов Шантане и Нюанс. Сорт Шантане Королевская накапливал меньше всего цезия-137, а сорта Нюанс, Шантане, Королева Осени, Карлена, Леандр меньше накапливали стронция 90. Данные сорта являются исходным материалом для селекции на низкий уровень накопления тяжелых металлов и радионуклидов в корнеплодах.

3.1.2 Новый биохимический метод оценки исходного материала моркови столовой на устойчивость к бурой пятнистости листьев

В последние годы в условиях Беларуси широкое распространение получила бурая пятнистость листьев моркови, вызывается грибом *Alternaria dauci* (Kuehn) Groves et Skolko.

Начиная с 1986 г., во многих областях республики развитие этой болезни почти ежегодно носит характер эпифитотии. Поражение растений к концу вегетации достигает 80-100%, что приводит к снижению их продуктивности на 30-60%. Кроме того, при сильном проявлении заболевания в корнеплодах

уменьшается содержание каротина на 24%, сахаров – на 31% и затрудняет процесс механизированной уборки (Иванюк, Сидунова, 1998; Колядко, Ф.А. Попов, 2006).

Бурая пятнистость моркови вызывает преждевременное отмирание листьев к моменту уборки, что отрицательно сказывается на уборке корнеплодов при использовании средств механизации. На листьях моркови наблюдаются овальные пятна от коричневых до темно-бурых. Размер пятен варьирует от 1 до 3 мм в диаметре, зачастую пятна сливаются и захватывают большую часть листа. Размер пятен зависит как от генотипа сорта, так и от возраста растений. На молодых листьях пятна мельче, по сравнению с пятнами листьев растений более старшего возраста. Максимальное развитие заболевания наблюдается в фазу развития корнеплода, причем в основном поражаются более старые листья и черешки на культуре, как первого, так и второго года. При сильном поражении листья закручиваются, и вся грядка кажется сожженной (Elis, 1992).

На черешках листьев, стеблях и зонтиках семенников болезнь проявляется в виде продолговатых штрихов до 4-6 мм по длине стебля и 2-3 мм в ширину. Зонтики становятся темно-коричневого цвета. Интенсивность проявления болезни семенников (растений второго года) различается в зависимости от яруса. Более сильное поражение наблюдалось в нижней части стебля, и развитие болезни на них достигало 65,5 %, на среднем ярусе – 42,2%. Верхний ярус растений поражался наиболее слабо — развитие болезни составило лишь – 23,3%. При сильном развитии болезни на семенных растениях семена могут полностью терять всхожесть (Налобова, 2009).

Одним из важных моментов в селекции на болезнеустойчивость является исходный материал, обладающий устойчивостью к определенной болезни. При создании болезнеустойчивых сортов нельзя ограничиваться единичными донорами, необходимо привлекать большое генетическое разнообразие (Eberhart, 1966). Это позволит избежать однородности посевов, что является прямой угрозой урожаю при возникновении эпифитотийных ситуаций (Вавилов, 1987; Балашова, 1989).

Необходимым условием при выведении высокоустойчивых к болезням сортов и гибридов овощных культур является разработка методов диагностики устойчивости испытуемого материала на всех этапах селекционного процесса.

Успех создания высокоустойчивых к болезням сортов зависит от совершенства методов оценки и отбора на устойчивость к болезням. Известны методы оценки устойчивости к болезням в условиях естественного и искусственного заражения.

Достоверность оценки устойчивости к болезням в условиях естественного инфекционного фона зависит от природной популяции возбудителя, времени появления болезни, ее продолжительности и интенсивности развития, а также от сложившихся метеорологических условий года. Поэтому полевой метод высокоэффективен в годы эпифитотий, когда создается жесткий инфекционный фон. При недостаточном развитии болезни следует использовать методы, основанные на искусственном заражении. Искусственное заражение является более эффективным, так как позволяет за короткий период оценить большое количество образцов.

Известно несколько методов оценки устойчивости растений моркови к бурой пятнистости листьев при искусственном заражении.

Методика оценки устойчивости моркови к бурой пятнистости листьев путем инокуляции отделенных листьев с последующим поддержанием их на тонком слое ваты, смоченной 0,006%-ном раствором бензимидазола.

Данная методика разработана В.И. Кривченко, Э.А. Власовой, З.В. Тимошенко (1975). Для работы берут листья, снятые с растений в возрасте 50-60 дней. С каждого сортообразца срезают не менее 10 листьев, которые отбирают со середины розетки. Листья раскладывают в кюветы, дно которой выстилают тонким слоем ваты, пропитанной 0,006%-ным раствором бензимидазола. Кюветы накрывают стеклами. Инокуляцию проводят 15-дневной культурой гриба, жизнеспособность которой поддерживают на морковной среде. Споровая суспензия, приготовленная для инокуляции листьев, содержит 25 конидий в поле зрения микроскопа при увеличении в 200 раз. Инокулируют листья с помощью

пульверизатора. В течение суток их выдерживают во влажной камере. Затем кюветы расставляют на стеллажи светоустановки с интенсивностью освещения 5000-7000 лк в течение 16 часового светового дня. В течение всего периода поддерживают температуру 25-26 °С и влажность воздуха 80-90%.

О степени устойчивости сортообразца судят по проценту развития болезни, который рассчитывают по общепринятой в фитопатологии методике.

Методика оценки устойчивости моркови к бурой пятнистости листьев путем инокуляции отделенных листьев с последующим поддержанием их на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой.

Эта методика разработана В.Г. Иванюком, А.В. Свиридовым, А.В. Сидуновой (1992). При оценке устойчивости к болезни вместо тонкого слоя ваты, пропитанного 0,006%-ным раствором бензимидазола исследователи используют фильтровальную бумагу, смоченную дистиллированной водой. Инокуляцию проводят 15-дневной культурой гриба, культивирование которого поддерживают на морковной среде. Плотность суспензии 2×10^3 - 5×10^3 спор / мл. По мере повышения концентрации конидий в инфекционной капле патологический процесс замедляется. Инфекция наносится на верхнюю сторону листьев. Инокулированные листья выдерживают при температуре 24-25 °С в течение 12 дней при относительной влажности 80-95%. Учет проводится по 9-ти бальной шкале СЭВ.

Известные способы оценки устойчивости требуют больших затрат труда, связанных с поддержанием возбудителя болезни в чистой культуре, накоплением инфекции, приготовлением суспензии патогена и созданием необходимых условий для искусственного заражения, а также наличие бензимидазола. Бензимидазол используется для сохранения жизнеспособности отделенных листьев.

В селекционной практике в дополнение к фитопатологическим методам широко используются биохимические методы оценки устойчивости к болезням по биохимическим показателям. Так, устойчивость растений томата к фитофторозу определяется по содержанию томатина и томатына. Для определения

устойчивости сортообразцов огурца к пероноспорозу разработан физиолого-биохимический метод оценки устойчивости растений огурца по содержанию хлорофилла в листьях вегетирующих растений (В.Л. Налобова, 1991).

Из литературных источников известно об использовании биохимических показателей, таких как активность пероксидазы в качестве тестеров или маркеров при оценке сортообразцов разных культур по степени устойчивости к болезням. Имеются исследования, которые свидетельствуют о том, что пероксидазная активность тканей растений коррелирует с их устойчивостью к патогенам.

Исследователи О.В Юрина., Т.П Юрина., И.И Аникина. (1993) указывают на целесообразность использования пероксидазного теста в селекционной практике для оценки и отбора (без предварительного заражения) сортов огурца на устойчивость к ложной и настоящей мучнистой росе. По результатам их исследований сорта, которые при равных агротехнических и температурных условиях отличаются более 'высокой активностью пероксидазы, чем восприимчивый стандартный сорт, можно отнести к числу устойчивых. Сорта огурца, показатели пероксидазной активности у которых ниже, чем у стандарта, следует причислить к числу неустойчивых к болезням.

А.А Сюмка, Е.В. Соляник (2004) разработан экспресс-метод определения активности пероксидаз в тканях растений рода *Beta*. Показано, что высокий уровень активности полифенолоксидазы связан с устойчивостью генотипов сахарной свеклы к церкоспорозу.

Биохимический метод определения устойчивости сортообразцов моркови к бурой пятнистости листьев.

Разработанный нами биохимический метод оценки устойчивости сортообразцов моркови к бурой пятнистости листьев основан на определении устойчивости моркови к данной болезни по ферментативной активности пероксидазы в листьях растений. (Налобова и др., 2011).

Для исследований использовали растения сортов моркови столовой, различающихся по устойчивости к бурой пятнистости листьев (Лявониха,

Паулинка, Красный великан, Шантане королевская, Московская зимняя, Королева осени, Лосиноостровская, Карлена, Амстердамская, образец №204/96 2007).

В результате проведенных исследований отмечены значительные различия в интенсивности проявления бурой пятнистости на испытуемых сортаобразцах при их оценке в условиях естественного инфекционного фона.

Ферментативная активность пероксидазы в листьях моркови сортов, различающихся по устойчивости к бурой пятнистости листьев, также различима. Различия между средними арифметическими величинами по t-критерию Стьюдента достоверны.

Сравнительный анализ уровня активности пероксидазы в листьях ряда сортаобразцов моркови, различающихся по устойчивости к бурой пятнистости листьев представлен в таблице 3.16. Отмечено, что чем ниже балл поражения, тем выше активность пероксидазы. Следовательно, чем устойчивее сорт, тем выше активность пероксидазы, у восприимчивых сортов этот показатель значительно ниже.

Таблица 3.16 – Величина ферментативной активности пероксидазы в листьях и степень пораженности сортов моркови столовой бурой пятнистостью листьев, 2009-2010 гг.

Сорт	Интенсивность проявления болезни, балл	Степень устойчивости	Абсолютная активность пероксидазы, нмоль/мг*мин
Красный великан	2,5	очень высокая	0,040 ± 0,005
Шантане королевская	3,4	высокая	0,039 ± 0,005
Паулинка	3,8	высокая	0,028 ± 0,003
Московская зимняя	4,1	высокая	0,025 ± 0,003
Лосиноостровская	4,3	высокая	0,023 ± 0,002
№204/96 2007	4,9	высокая	0,029 ± 0,003
Лявониха	5,0	средняя	0,022 ± 0,002
Королева осени	5,1	средняя	0,031 ± 0,005
Карлена	5,4	средняя	0,015 ± 0,009
Амстердамская	7,0	низкая	0,017 ± 0,002

Коэффициент корреляции – $r = -0,79$

Устойчивость образцов, выявленная по активности пероксидазы, соответствует устойчивости растений моркови в условиях естественного инфекционного фона. Высокий коэффициент корреляции – $r = -0,79$ (полученный в программе MS Excel, статистические функции) указывает на существование связи между уровнем активности пероксидазы и пораженностью растений моркови болезнью и показывает, что чем ниже балл пораженности, тем выше ферментативная активность пероксидазы. По уровню ферментативной активности пероксидазы в листьях растений судят о степени устойчивости определенного образца к бурой пятнистости листьев.

Степень устойчивости образца в зависимости от ферментативной активности пероксидазы распределена следующим образом: низкая – $<0,02$, средняя – $> 0,02 - 0,03$, высокая – $> 0,03 - 0,05$ и выше, относительных единиц активности ферментов пероксидазы.

Активность пероксидаз является тестом для оценки и отбора устойчивых сортообразцов для селекции на устойчивость к бурой пятнистости листьев. Данный показатель положен в основу биохимического метода оценки растений моркови на устойчивость к бурой пятнистости листьев.

Для селекции моркови на болезнеустойчивость при отборе устойчивых сортообразцов по ферментативному количеству пероксидазы к устойчивым к бурой пятнистости листьев относят образцы, у которых данный показатель на уровне или выше показателя устойчивого сортообразца (стандарта). В качестве стандарта используются устойчивый и восприимчивый сорта.

Следовательно, биохимический метод определения устойчивости моркови столовой по активности пероксидазы в листьях растений позволяет оценить сортообразцы по устойчивости к болезни при отсутствии возбудителя заболевания и не требует создания необходимых условий для искусственного заражения.

3.1.3 Оценка исходного материала моркови и свеклы столовой на устойчивость к болезням

Вирусные болезни моркови вызывают: вирус карликовости моркови (*Carrotmottlevirus*), вирус покраснения листьев моркови (*Carrotredleafvirus*), вирус желтой пятнистости моркови (*CarrotYellowFleckVirus*), вирус мозаики листьев сельдерея и моркови (*Cucumbermosaicvirus*) и др.

В процессе обследования посевов моркови столовой поражение растений вирусами проявлялось в виде желтой пятнистости и покраснения листьев моркови.

В результате проведенных исследований методом визуального обследования растений 50 коллекционных сортообразцов моркови столовой отмечено, что пораженность сортообразцов данной культуры вирусными патогенами достигала 8,0-10,0%. Без признаков поражения вирусами выделено 92,0-90,0% сортообразцов.

Иммуноферментный анализ испытуемых сортообразцов моркови столовой проведен на наличие вирусной инфекции следующих патогенов: вируса покраснения листьев моркови (*Carrotredleafvirus*), вируса желтой пятнистости моркови (*CarrotYellowFleckVirus*) – типовые вирусы; вируса тонких листьев моркови (*Carrotthinleafvirus*), вируса Y моркови (*CarrotvirusY*) – потивирусы.

Из анализируемых 50 сортообразцов моркови столовой выделено 30% сортообразцов, которые не имели скрытую вирусную инфекцию потивирусов и типовых вирусов. К бессимптомным и безвирусным следует отнести следующие сортообразцы моркови столовой: Лосиноостровская 13, Королевская шантанэ, Шантанэ, Амстердамская, Русский размер, БалтыморF₁, БерскиF₁, Долянка, Миникор, Самсон, Юлиана F₁, Перфекция, НандаF₁, Вулкан F₁, Павлинка, Каротиновая. Среднее значение оптической плотности в указанных сортообразцах было ниже средней оптической плотности контроля – 0,129 (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Результаты иммуноферментного анализа образцов моркови столовой на наличие вирусной инфекции

Образец	Значения оптической плотности при $A_{405 \text{ нм}}$	№ п/п	Образец	Значения оптической плотности при $A_{405 \text{ нм}}$
Лявониha	0,190	26	Красная боярыня	0,171
Без сердцевины	0,184	27	Кинга F ₁	0,168
Лосиноостровская 13	0,117	28	Небула F ₁	0,130
Нантская4	0,164	29	Нантес 3	0,138
Карлена	0,138	30	Флам	0,132
Королевская шантанэ	0,119	31	Перфекция	0,118
Королева осени	0,136	32	Витаминная 6	0,148
Тушон	0,134	33	Маэстро F ₁	0,144
Шантанэ	0,107	34	Сакания F ₁	0,131
Амстердамская	0,114	35	Болеро F ₁	0,138
Красный великан	0,139	36	Нанда F ₁	0,118
Московская зимняя А-515-3	0,117	37	Вулкан F ₁	0,112
Русский размер	0,120	38	Канада F ₁	0,131
Флакер	0,135	39	МО	0,130
БалтыморF ₁	0,112	40	Амстердамская 2	0,132
Найджел F ₁	0,137	41	НИИОХ 336	0,133
Нектар	0,144	42	Марс F ₁	0,146
БерскиF ₁	0,113	43	Минчанка	0,140
БангорF ₁	0,134	44	Литвинка	0,129
Долянка	0,122	45	Павлинка	0,124
Миникор	0,120	46	Каротиновая	0,120
Самсон	0,127	47	Тито	0,135
Юлиана F ₁	0,116	48	Шантанэ 2461	0,120
Вита лонга	0,129	49	Галандка	0,142
Длинная красная	0,133	50	Нандрин F ₁	0,134

Средняя оптическая плотность контроля – 0,129

На растениях свеклы наиболее распространены и вредоносны следующие вирусы: вирус мозаики листьев свеклы (*Sombanemosaicvirus*), вирус мозаики листьев люцерны (*Alfalfamosaicvirus*), желтый западный вирус свеклы

(*BeetWesternYellowsVirus*), вирус некротического пожелтения жилок свеклы (*Beetnecroticyellowveinvirus* – ризомания).

Ризомания является карантинным заболеванием сахарной свеклы на Украине. На территории Республики Беларусь - это заболевание обнаружено только в Брестской области.

У больных растений нарушаются ассимиляция, обмен веществ, снижается продуктивность. Урожай корнеплодов снижается на 5-10%, их сахаристость на 0,5-1,7%, соответственно, недобор семян достигает 15% и более, существенно снижается качество семян.

Симптомы болезни редко проявляются в фазе 4-8 листьев, при заражении меняется цвет листьев (преобладают светло-зеленые тона до желтоватых) растения чаще всего гибнут или отстают в росте. Иногда на больных растениях вырастают прямостоячие листья с удлинненными черешками. Во второй половине вегетации, особенно после обильных осадков, образуются частичные некрозы листовой пластинки.

Характерными признаками ризомании являются: замедленный рост корнеплода, карликовость растения, интенсивный рост мочковатой структуры корневой системы ("бороды"). Масса корнеплодов уменьшается на 50-70%. Корень воронкообразно сужен и на срезе его наблюдается побурение сосудистого кольца или даже всей верхушки. Некоторые из этих симптомов могут быть вызваны другими причинами (воздействием нематод, бедной почвенной структурой).

Анализ свеклы столовой на пораженность вирусами показал, что среди анализируемых 30 коллекционных образцов свеклы столовой выделено 13,3 % образцов, среди селекционных образцов выделено – 6,7 % образцов с признаками проявления мозаики. Без признаков поражения вирусами выделено 86,7%-93,3% образцов.

В результате иммуноферментного анализа 30 коллекционных и 72 селекционных образцов свеклы столовой в растениях не обнаружена скрытая

вирусная инфекция вируса некротического пожелтения жилок свеклы, вируса мозаики листьев люцерны, желтого западного вируса свеклы.

Среди анализируемых 102 сортообразцов свеклы столовой 100 % образцов не имели скрытую инфекцию вируса некротического пожелтения жилок свеклы (*Beet Necrotic Yellow Vein Virus* – ризомания), вируса мозаики листьев люцерны (*Alfalfa Mosaic Virus*) и желтого западного вируса свеклы (*Beet Western Yellows Virus*).

Создание сортов моркови столовой, обладающих устойчивостью к бурой пятнистости листьев, является актуальной задачей отечественной селекции. С целью подбора исходного материала для селекции на болезнеустойчивость моркови проводилось испытание сортов моркови на устойчивость к бурой пятнистости листьев.

Согласно проведенным нами исследованиям (Налобова, 2011) иммунных сортов моркови столовой к бурой пятнистости листьев не обнаружено. Испытуемые сортообразцы различались по степени устойчивости к данной болезни. По степени устойчивости к бурой пятнистости листьев все испытуемые сортообразцы моркови разделены на 5 групп: высокоустойчивые (балл 9 – поражено до 10% поверхности листьев), устойчивые (балл 7 – поражено 10-25% поверхности листьев), среднеустойчивые (балл 5 – 26-50%), восприимчивые (51-75%) и очень восприимчивые (балл 1 – более 75%) (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Распределение образцов моркови столовой по группам устойчивости к бурой пятнистости листьев

Год	Проанализировано образцов, шт.	Группа устойчивости									
		очень высокая		высокая		средняя		низкая		очень низкая	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
2009	40	4	10,0	10	25,0	19	47,5	4	10,0	3	7,5
2010	40	3	7,5	10	25,0	11	27,5	11	27,5	5	12,5

При оценке сортообразцов моркови столовой, наблюдалась сильная вариабельность пораженности сортообразцов моркови бурой пятнистостью листьев, что указывает на значительную зависимость интенсивности проявления болезни от генотипа сортообразца. Большую роль на интенсивность проявления данной болезни оказывают также метеорологические условия года исследований.

В результате проведенных исследований отмечено значительное влияние метеорологических условий на интенсивность проявления бурой пятнистости листьев. Данная болезнь в более сильной степени проявилась в 2010 году, чему способствовали высокая относительная влажность, обилие осадков и высокой температурой воздуха.

В зависимости от года исследований отмечено варьирование сортообразцов по группам устойчивости. Сортообразцы с очень высокой и высокой степенью устойчивости оставались, в основном, в пределах градаций устойчивости. Значительные колебания отмечены в группе среднеустойчивых сортообразцов, которые в год эпифитотийного развития болезни оказались в группе восприимчивых. У восприимчивых сортов высокий балл поражения наблюдался не только в эпифитотийном 2010 г., но и в 2009 г. Сорта Парижский рынок, Воронежская, Соната и Лагуна оказались наиболее восприимчивы к бурой пятнистости листьев по сравнению со стандартом – сортом Амстердамская. Сорт Лявониha (стандарт) в оба года исследований отнесен в группу среднеустойчивых.

Анализ результатов исследований устойчивости сортообразцов в 2009 г. показывает, что 10% сортообразцов имели очень высокую степень устойчивости. С высокой устойчивостью к болезни выделено 25,0% сортообразцов. Большинство испытуемых сортов обладали средней устойчивостью к бурой пятнистости листьев (47,5%), доля сортов с низкой и очень низкой степенью устойчивости составила 17,5 %.

По результатам оценки сортообразцов моркови на болезнеустойчивость в 2010 г. к очень высокоустойчивым отнесено 7,5% сортообразцов, к высокоустойчивым – 25%. Большинство испытуемых сортообразцов обладали

средней устойчивостью к бурой пятнистости листьев (27,5%). Доля сортообразцов с низкой и очень низкой степенью устойчивости составила 40 %.

Приведенные данные свидетельствуют о возможности поиска и создания новых исходных форм с устойчивостью к бурой пятнистости листьев.

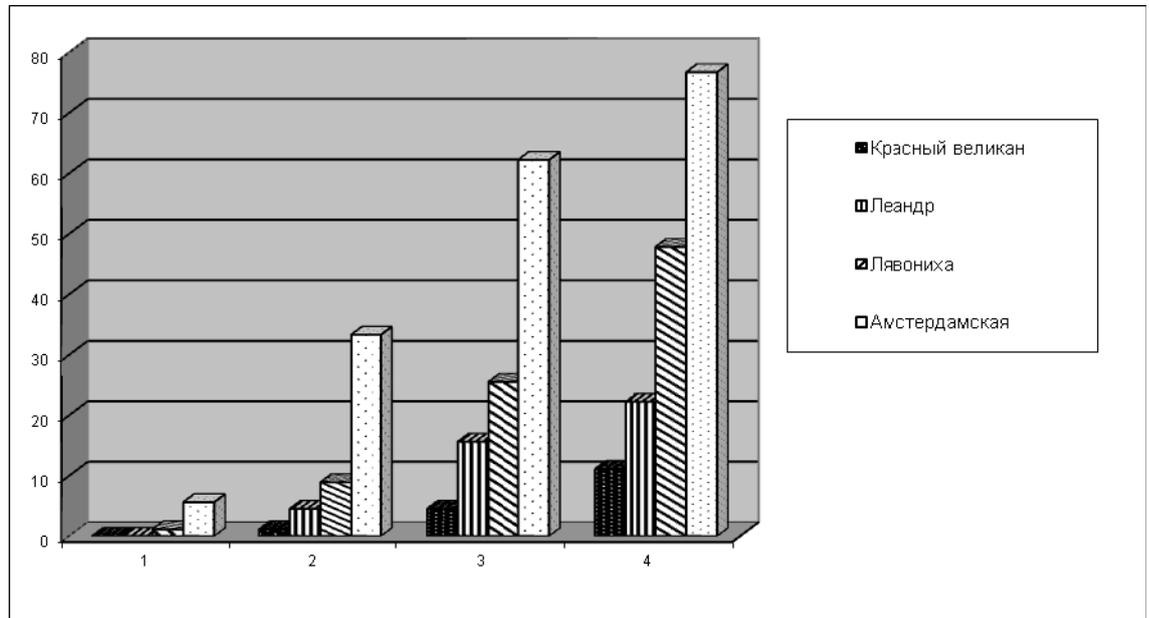
В результате проведенной оценки на болезнеустойчивость к бурой пятнистости листьев отмечено, что очень высокой и высокой степенью устойчивости обладали сорта моркови столовой: Длинная красная и Красный великан, Несравненная, Леандр, Шантенэ королевская, Литвинка, Паулинка, Император, Ахтубинская, Лосиноостровская, Скороспелая, Тушон, Долянка, Вита Лонга. Данные сорта поражались в среднем за два года исследований на 1,5-4,4 балла.

Средней степенью устойчивости характеризовались – Долянка, Красная боярыня, Московская зимняя, Вита Лонга, Амадея, Урожайная, Шатрия, Королева осени, Минчанка, Лявониха, Шантане, Наника. Интенсивность развития болезни на растениях указанных сортов колебалась в пределах от 3,7 до 4,9 балла, максимальный балл поражения достигал 5,9 балла.

Сортообразцы Сиркана, Бангор F₁, Нандрин F₁, Соната, Колтан, Карлена, Натафи, Нантская, Юлиана, Ньюанс Лагуна, Самсон, Аскания F₁, Парижский рынок, Амстердамская и Воронежская отличались низкой и очень низкой степенью устойчивости к бурой пятнистости листьев. Представленные образцы поражались на 7,0-8,6 баллов.

Бурая пятнистость листьев на восприимчивых сортах появлялась значительно раньше и развивалась более интенсивно, чем на восприимчивых (рисунок 3.1). Так, при развитии болезни на сильно поражаемом сорте Амстердамская до 5,6%, на сорте Красный великан с очень высокой устойчивостью и сорте Леандр с высокой устойчивостью к бурой пятнистости листьев не отмечено симптомов проявления болезни. В дальнейшем данное заболевание более интенсивно развивается на более восприимчивых сортах. Ко времени уборки корнеплодов развитие болезни на сорте Красный великан

составляет 10,0%, на среднеустойчивом сорте Лявониха – 47,8%, а на восприимчивом сорте Амстердамская достигло 76,7% (Налобова, 2010).



Примечание: на оси абсцисс – даты учета пораженности бурой пятнистостью листьев сортов моркови, на оси ординат – развитие болезни, %.

Рисунок 3.1 – Интенсивность проявления бурой пятнистости листьев на растениях сортов моркови с разной степенью устойчивости к болезни

Таким образом, в результате оценки на болезнеустойчивость выделены сортообразцы, обладающие очень высокой и высокой степенью устойчивостью к бурой пятнистости листьев, которые могут быть использованы в качестве исходного материала для селекции моркови столовой.

3.2 Оценка образцов моркови и свеклы столовой в условиях Центрального региона России

3.2.1 Оценка образцов моркови и свеклы столовой из генетической коллекции ВИР по комплексу хозяйственно ценных признаков

В 2014-2015 гг. было изучено 22 образца отечественной и зарубежной селекции. Каждый образец высевали на делянках 4 м². Стандарты Шантенэ 2461, Нантская 4 высевали через 10 образцов. Наиболее благоприятными по погодным условиям был 2015 год, урожайность корнеплодов у лучшего среднего стандарта Шантенэ 2461 составила 6,4 кг/м², в 2014 году – 5,4 кг/м².

По комплексу хозяйственно ценных признаков за 2 года изучения выделились сортообразцы: Королева осени, вр.к.-2565, Россия – 6,6 кг/м², Nantes Red, вр.к.-2566, Россия – 6,1 кг/м², Скарлет, вр.к.-2568, Россия – 5,9 кг/м² (таблица 3.18).

Таблица 3.18 – Выделившиеся образцы моркови за 2 года изучения, (2014-2015 гг.)

№ каталога ВИР	Название	Урожайность корнеплодов, кг/м ²	% к ср. стандарту		Средняя масса корнеплода, г	Товарность, %
			1	2		
1285	Шантенэ (st. 1)	5,90	100	90	234,6	80
1286	Нантская 4 (st. 2)	5,30	111	100	199,3	85
Вр.2565	Королева Осени	6,60	112	124	330,0	82
Вр.2566	Nantes Red	6,10	104	115	230,0	75
Вр.2568	Скарлет	5,95	101	112	247,9	75
Вр.2567	Красная длинная	5,50	93	104	247,6	73

Королева Осени (вр.к. 2565). Форма розетки листа прямостоячая, крупная, высота 56-60 см, диаметр 20-40 см. Пластинка листа треугольная зеленая с опушением, длина 13-32 см, ширина 10-17 см. Черешок зеленый без антоциана с

опушением, длина 26-32 см, толщина 0,7-1,2 см. Корнеплод усеченно-конической формы, гладкий, с ровной головкой, форма поверхности сердцевины округло-угловатая. Окраска корнеплода оранжевая, длина 15-24 см, диаметр 5-10 см, диаметр головки 1,0-2,0 см. Диаметр сердцевины 1,3-4,6 см, толщина коры 1,0-1,8 см.

Nantes Red (вр.к. 2566). Форма розетки листа прямостоячая, крупная, высота 40-60 см, диаметр 15-25 см. Пластинка листа треугольная зеленая с опушением, длина 18-23 см, ширина 7-11 см. Черешок зеленый без антоциана с опушением, длина 19-38 см, толщина 0,6-0,9 см. Корнеплод конической формы, гладкий, с вогнутой головкой, форма поверхности сердцевины округло-угловатая. Окраска корнеплода оранжевая, длина 11-18 см, диаметр 4,5-7,5 см, диаметр головки 0,7-1,8 см. Диаметр сердцевины 2-4 см, толщина коры 1,0-1,5 см.

Скарлет (вр.к. 2568). Форма розетки листа прямостоячая, крупная, высота 56-60 см, диаметр 53-60 см. Пластинка листа треугольная зеленая с опушением, длина 16-27 см, ширина 6-14 см. Черешок зеленый без антоциана с опушением, длина 22-37 см, толщина 0,6-1,0 см. Корнеплод усеченно-конической формы, гладкий, с вогнутой головкой, форма поверхности сердцевины граненая. Окраска корнеплода оранжевая, длина 11-20 см, диаметр 3-6 см, диаметр головки 0,8-2,0 см. Диаметр сердцевины 1,2-3,0 см, толщина коры 0,8-1,0 см.

Таким образом, за 2014-2015 гг. выделились образцы по урожайности и товарности корнеплодов: Королева осени, вр.к.-2565, Россия – 6,6 кг/м², Nantes Red, вр.к.-2566, Россия – 6,1 кг/м², Скарлет, вр.к.-2568, Россия – 5,9 кг/м².

Генетическая детерминация целого ряда признаков моркови столовой, включая хозяйственно ценные (урожайность, товарность, качество корнеплодов, лежкость их при длительном хранении) изучены недостаточно. В этом плане актуальным является подбор и всестороннее изучение разнообразного исходного материала, поиск надежно идентифицируемых по фенотипу признаков (Хмелинская Т.В., Буренин В.И., Прянишникова В.Е., 2017).

В результате изучения коллекции моркови в 2013-2017 гг. выделены источники хозяйственно-ценных признаков. Высокой урожайности корнеплодов

сорта Скарлет (вр.к.-2568, Россия), Королева Осени (вр.к.-2565, Россия), Красная длинная (вр.к.-2567, Россия). Хорошей лежкости в период зимнего хранения сорта Tip top (к-2332, Нидерланды), Красная длинная (вр.к.-2567, Россия), Скарлет (вр.к.-2568, Россия), Nantes Red (вр.к.-2566, Нидерланды).

Оценка образцов свеклы столовой из генетической коллекции ВИР по комплексу хозяйственно ценных признаков. В результате проведенных исследований за 3 года изучения наиболее стабильная урожайность была у образцов Long Canner – 87,7 т/га, Jomarina – 79,8 т/га, у стандарта сорта Валента – 60,3 т/га.

Нами было проведено описание лучших коллекционных образцов свеклы столовой по морфологическим признакам. Long Canner (к-3201, Ботсвана). Форма розетки листа стоячая, средняя. Длина листа 18-24 см, ширина 12-16 см. Черешок темно-красный, треугольной формы. Корнеплод цилиндрический, длина – 12-24 см, ширина 6-10 см. Мякоть черновато-красная 5б, погруженность $\frac{3}{4}$ и полностью, разветвлений нет.

Jomarina (к-2944, Бразилия). Форма розетки листа стоячая, крупная. Длина листа 16-20 см, ширина 10-12 см со слабым жилкованием. Черешок темно-красный треугольной формы. Корнеплод округлый, длина 8-10 см, ширина 6-11 см. Мякоть черно-красная 5+б, погруженность полностью, разветвлений нет.

Для более раннего обеспечения населения овощной продукцией высокого качества нужны скороспелые и урожайные сорта. Наиболее скороспелыми в наших исследованиях были образцы свеклы столовой с плоской формой корнеплода Vetina (к-3197, Чехословакия), Пабло (к-3626, Россия).

Качество корнеплодов при длительном хранении зависит от многих факторов: типа почвы, условий года выращивания, сроков и способов уборки, режимов хранения. Наиболее лежкоспособными были образцы свеклы столовой Vetina (к-3197, Чехословакия), Валента (к-3050, Россия).

В результате дегустации 20 образцов свеклы столовой отечественного и зарубежного происхождения выделен ряд из них по вкусовым качествам. Устойчиво высокими вкусовыми качествами характеризовались сорта Донская

плоская (к-1671, Россия), Холодостойкая 19 (к-2043, Беларусь), Витену Бордо (к-2267, Россия), New Globe (к-1980, США), VDB Globe (к-1320, Нидерланды), Red Cross (к-2095, США) и Banko (к-2066, Швеция).

Не отмечено зависимости между вкусовыми качествами и холодостойкостью. Высокими вкусовыми качествами характеризовались как холодостойкие и нецветущие сорта (Холодостойкая 19, Подзимняя А-474), так и менее холодостойкие и склонные к цветухе (Monoking Explorer, Red Cross). Нецветущие образцы Banko (к-2066, Швеция) и отечественный – Подзимняя А-474 (к-1678, Россия) мало различались по вкусовым качествам (соответственно 4,0 и 4,3 балла).

По комплексу признаков выделены отечественные сорта Подзимняя А-474 (к-1678, Россия), Холодостойкая 19 (к-2043, Беларусь), Витену Бордо (к-2267, Россия); из зарубежных – Long Canner (к-3201, Ботсвана), Jomarina (к-2944, Бразилия), New Globe (к-1980, США) и Special Crosby (к-1934, США), а также генетически односемянный образец Monoking Explorer (к-2059, США).

В результате проведенных исследований выделены коллекционные образцы свеклы столовой со стабильной урожайностью, скороспелые, с высокими вкусовыми качествами, пригодные для длительного зимнего хранения. Данные образцы свеклы столовой являются источниками хозяйственно ценных признаков для селекции в Центральном регионе России.

3.2.2 Анатоμο-морфологическое изучение листьев коллекционных образцов моркови столовой

С 2014 года нами проводятся исследования эпидермиса листьев растений моркови столовой из мировой коллекции ВИР. В результате сравнительного микроскопического анализа эпидермиса листьев моркови установлено, что у изучаемых сортов часть признаков имели общие черты, а по некоторым морфологическим и анатомическим особенностям были обнаружены существенные различия.

На эпидермисе листьев моркови у изученных сортов имелись простые одноклеточные волоски, наружные стенки которых имели зубчатость, обусловленную неровным строением кутикулы. Устьица диацитного типа, окружено двумя клетками разной величины, смежные стенки которых расположены под прямым углом к щели устьица. На адаксиальной стороне листа устьица располагаются главным образом вдоль жилок, единичные устьица встречаются в межжилковом пространстве. На абаксильной стороне листа устьица располагаются равномерно по всей поверхности листа. Длина устьиц на адаксиальной стороне листа меньше, чем на абаксильной (рисунок 3.2).

В результате проведенных исследований установлено, что сорта, которые имели высокую урожайность и товарность корнеплодов, отличались мелкоклеточной структурой эпидермиса и большим количеством устьиц на единицу площади листа. Можно предположить, что мелкоклеточная структура эпидермиса листа и большое количество устьиц на единицу площади листа свидетельствует о высокой адаптивной способности изученных образцов. На рисунке 3.2 представлен эпидермис листьев двух наиболее контрастных коллекционных образцов (сорт *Amton*, Германия, к-2616; *Tokitas Scarlet*, Япония, к-2922).

У сорта *Amton* клетки намного крупнее и более удлиненные, чем у сорта *Tokitas Scarlet*. Клетки жилок очень длинные расположены плотно в 5 рядов у сорта *Tokitas Scarlet*, у сорта *Amton* они овальные и расположены в 2 ряда. Существенные различия были обнаружены по таким показателям как количество устьиц на 1 мм² и длина устьиц. Количество устьиц на 1 мм² у сорта *Tokitas Scarlet* в 2 раза было выше на эпидермисе листа абаксиальной стороны, чем у сорта *Amton*. Более длинные устьица мы наблюдали у сорта *Amton* на адаксиальной и абаксиальной сторонах листа, чем у сорта *Tokitas Scarlet* (рисунок 3.2).

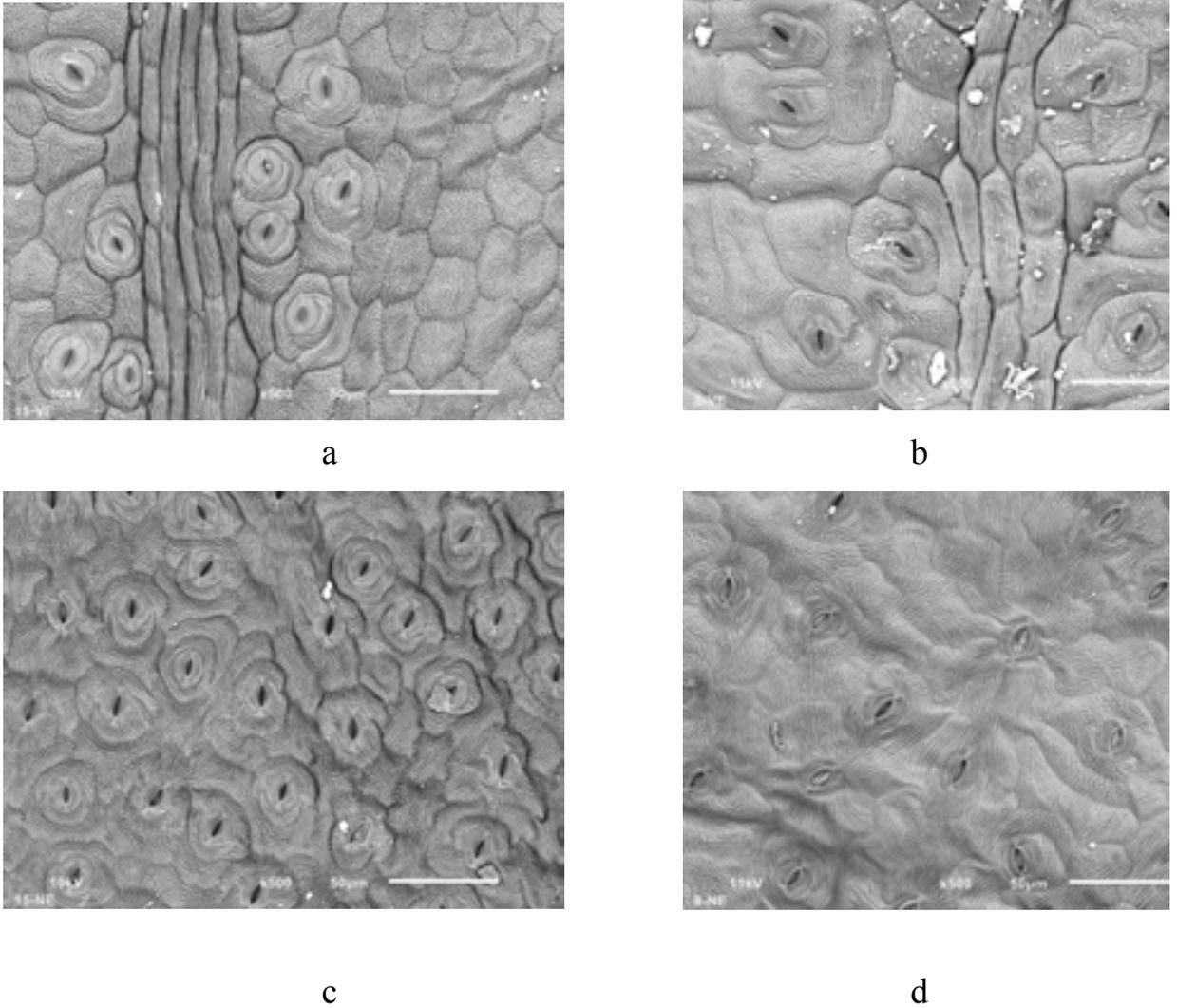


Рисунок 3.2 – Эпидермис листьев моркови: а – адаксиальная сторона листа (сорт Tokitas Scarlet), б – адаксиальная сторона листа (сорт Amton),
 с – абаксиальная сторона листа (сорт Tokitas Scarlet),
 д – абаксиальная сторона листа (сорт Amton).

Выводы по главе 3

В результате изучения коллекционных образцов моркови столовой различного эколого-географического происхождения в условиях Беларуси выделены ценные источники для селекции по признакам: «форма корнеплода», «диаметр сердцевины относительно общего диаметра корнеплода», «место

прикрепления листьев к корнеплоду», «длина корнеплода», «внешняя окраска корнеплода», «поверхность корнеплода», «окраска сердцевины корнеплода», «положение корнеплода относительно уровня почвы», «тенденция растения к цветущности», «размер зеленой окраски кожуры плечиков корнеплода».

Установлено, что сорта моркови столовой Шантене, Ньюанс, Шантене Королевское за годы изучения превзошли стандарт сорт Лявониha по урожайности корнеплодов на 2,6-7,4 т/га. Товарность выделившихся по урожайности сортов была в пределах товарности стандарта (76-89%).

Выделены скороспелые селекционные образцы с продолжительностью вегетационного периода до 70 дней – Ц-1001, Ц-3501, раннеспелый образец – К-2902, который формирует ранний урожай за 75-80 дней. В группу среднеспелых (95-116 дней) отнесены образцы К-2301, К-2102 и сорта Минчанка, Литвинка, Паулинка, Лявониha (стандарт), позднеспелых – образец К-0501, который формировал урожай за 130-134 дней.

Отобраны образцы с высоким содержанием сухих веществ – К-0501, К-2101, К-2301, суммы сахаров – Литвинка, К-0501, Минчанка, Ц-2601, Лявониha, К-2102, каротина – Паулинка, Минчанка, Литвинка, К-0501, Ц-2601. По лежкоспособности выделились сортообразцы: Лосиноостровская 13, Долянка, Шантане, Регульска, Леандр, Нантская, Лявониha. Сохранность их составила 92-100% стандарта сорта Лявониha составила 92 %.

Выявлены сорта с наименьшим накоплением в корнеплодах тяжелых металлов и радионуклидов Шантане, Ньюанс, Шантане Королевская Королева Осени, Карлена, Леандр. Данные сорта являются исходным материалом для селекции на низкий уровень накопления тяжелых металлов и радионуклидов в корнеплодах.

В результате оценки на болезнеустойчивость выделены сортообразцы, обладающие очень высокой и высокой степенью устойчивостью к бурой пятнистости листьев: Длинная красная и Красный великан, Несравненная, Леандр, Шантенэ королевская, Литвинка, Паулинка, Император, Ахтубинская, Лосиноостровская, Скороспелая, Тушон, Долянка, Вита Лонга, которые могут

быть использованы в качестве исходного материала для селекции моркови столовой на данный признак.

Разработан биохимический метод определения устойчивости сортообразцов моркови столовой к бурой пятнистости листьев, основанный на определении активности пероксидазы в листьях моркови. Установлена линейная взаимосвязь между устойчивостью сортов моркови столовой к бурой пятнистости листьев и величиной ферментативной активности пероксидазы в листьях. Коэффициент парной корреляции – $r = 0,79$.

С использованием иммуноферментного анализа (ИФА) выявлены следующие вирусы на культуре моркови столовой – типовые вирусы: вирус покраснения листьев моркови (*Carrotredleafvirus*), вирус желтой пятнистости моркови (*CarrotYellowFleckVirus*) ипотивирусы – вирус тонких листьев моркови (*Carrotthinleafvirus*), вирус Y моркови (*CarrotvirusY*). Методом ИФА выделено 30% сортообразцов моркови столовой без скрытой инфекции потивирусов и типовых вирусов: вируса покраснения листьев моркови (*Carrotredleafvirus*), вируса желтой пятнистости моркови (*CarrotYellowFleckVirus*), вируса тонких листьев моркови (*Carrotthinleafvirus*), вируса Y моркови (*CarrotvirusY*).

В результате изучения образцов моркови из мировой коллекции ВИР в 2013-2017 гг. выделены источники хозяйственно-ценных признаков. Высокой урожайности корнеплодов сорта Скарлет (вр.к.-2568, Россия), Королева Осени (вр.к.-2565, Россия), Красная длинная (вр.к.-2567, Россия). Хорошей лежкости в период зимнего хранения сорта Tip top (к-2332, Нидерланды), Красная длинная (вр.к.-2567, Россия), Скарлет (вр.к.-2568, Россия), Nantes Red (вр.к.-2566, Нидерланды).

По комплексу признаков выделены сорта свеклы столовой Long Canner (к-3201, Ботсвана), Jomarina (к-2944, Бразилия), Подзимняя А-474 (к-1678, Россия), Холодостойкая 19 (к-2043, Беларусь), Витену Бордо (к-2267, Россия), New Globe (к-1980, США), Special Crosby (к-1934, США), Monoking Explorer (к-2059, США).

В результате проведенных исследований установлено, что сорта, которые имели высокую урожайность и товарность корнеплодов, отличались

мелкоклеточной структурой эпидермиса и большим количеством устьиц на единицу площади листа. Можно предположить, что мелкоклеточная структура эпидермиса листа и большое количество устьиц на единицу площади листа свидетельствует о высокой адаптивной способности изученных образцов.

Глава 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО МУТАГЕНЕЗА И ПОЛИПЛОИДИИ В ЦЕЛЯХ СОЗДАНИЯ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ РЕДИСА И СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ

4.1 Полиплоидия в селекции редиса

4.1.1 Изучение методов получения полиплоидных форм

Получение полиплоидных форм является одним из перспективных методов преобразования растений, открывающих широкие возможности для создания культур с новыми свойствами и повышенной продуктивностью (Cotter, 1986).

Для получения полиплоидов широко используются эфир, хлороформ, хлоралгидрат, серноокислый хинон, хлористый литий, гетероауксин и другие ростовые вещества. С развитием науки большой популярностью стали пользоваться синтезированные из растений и полученные химическим путем. Из природных мутагенов достаточно известны апиоль (экстракт петрушки) и колхицин. Алкалоид колхицин занимает особое место среди полиплоидогенных химических веществ.

Колхицин – алкалоид, принадлежит к числу сильных растительных ядов и относится к группе канцерогенных (вызывающих рак) веществ. Полиплоидизирующее действие колхоцина заключается в разрушении веретена деления, осуществляющего распределение хромосом к полюсам вновь образовавшихся клеток.

Особенностью действия колхицина является сильное угнетение обрабатываемого объекта. Обработку обычно проводят сублетальными дозами. Значительная гибель обрабатываемого материала считается обычной. Например, по общепринятой методике Джонстона (проращивание семян на фильтрованной

бумаге в 0,5% растворе колхицина) были обработаны 420 семян четырех видов картофеля. Отравляющее действие колхицина было настолько сильным, что жизнеспособными остались только 9 растений (2,1%).

Обычно колхицин оказывает на растения сильное ингибирующее действие. Например, у выросшего из колхицинированных семян зародыша картофеля первичный корень значительно утолщается, приобретает тупой конец и не растет. Только через 2-3 недели начинают расти боковые корешки, после чего все растение трогается в рост. В течение первого месяца колхицинированные растения бывают очень слабыми и требуют особого ухода.

В 1% растворе колхицина клетки водоросли *Ulva linza* делятся один раз и через 2 дня погибают, вероятно, от отравления в крепком растворе. В 0,1% растворе хотя и видны некоторые изменения митоза, но ритм его продолжается, правда, в более замедленном темпе, чем в контроле. В 0,01% растворе клетки делятся быстро, но через две недели растение мало чем отличается от контроля.

Полиплоидные формы получали путем воздействия водным раствором колхицина разной концентрации (0,05-0,2%) на проросшие семена редиса с длиной корешков 0,2-0,3мм при экспозиции 3-6 часов. Поскольку дифференциации клеток зародышевого корешка и процесс поглощения влаги протекает интенсивнее при температуре выше 20°C, обработка проводилась при температуре 25°C.

В качестве объектов исследования брали 2 сорта редиса (Альба, Смачны). Сразу после обработки семена были высеяны. Наблюдения показали, что с ростом концентрации раствора число погибших растений пропорционально увеличивалось. Установлено, что при концентрации раствора колхицина 0,20% и экспозиции 6 часов процент гибели растений составил 19,5, а при экспозиции 3 ч – 18,2. Минимальная концентрация раствора колхицина (0,05%) при экспозиции 6 часов вызвала гибель 12,3% растений, а при 3-часовом воздействии – 10,3% (рисунок 4.1). Таким образом, на гибель растений оказала влияние и концентрация раствора и экспозиция.

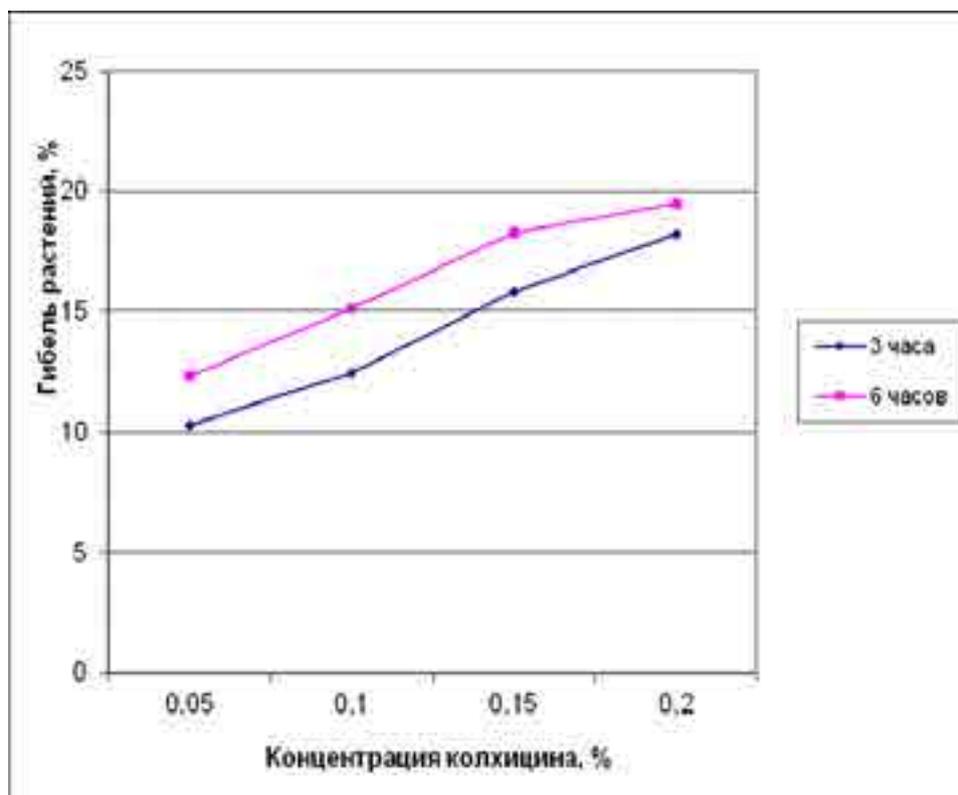


Рисунок 4.1 – Влияние экспозиции и концентрации колхицина на выживаемость проростков редиса

Растения, подверженные обработке, отличались сильно утолщенным подсемядольным коленом, крупными темно-зеленого цвета семядолями и очень слабым развитием корневой системы; последнее часто служило причиной их гибели.

В наших исследованиях установлено, что проросшие семена редиса можно обрабатывать 0,05-0,20% раствором колхицина при экспозиции 3 и 6 ч. Наибольшее количество измененных растений в наших опытах было получено при обработке 0,15% раствором в течение 6 ч (рисунок 4.2).

Действие колхицина проявилось на фенотипе растений. Пластинки листьев были утолщенными, ломкими, с признаками нарушения характера жилкования, темно-зеленого цвета, черешки листьев утолщенными или плоскими.

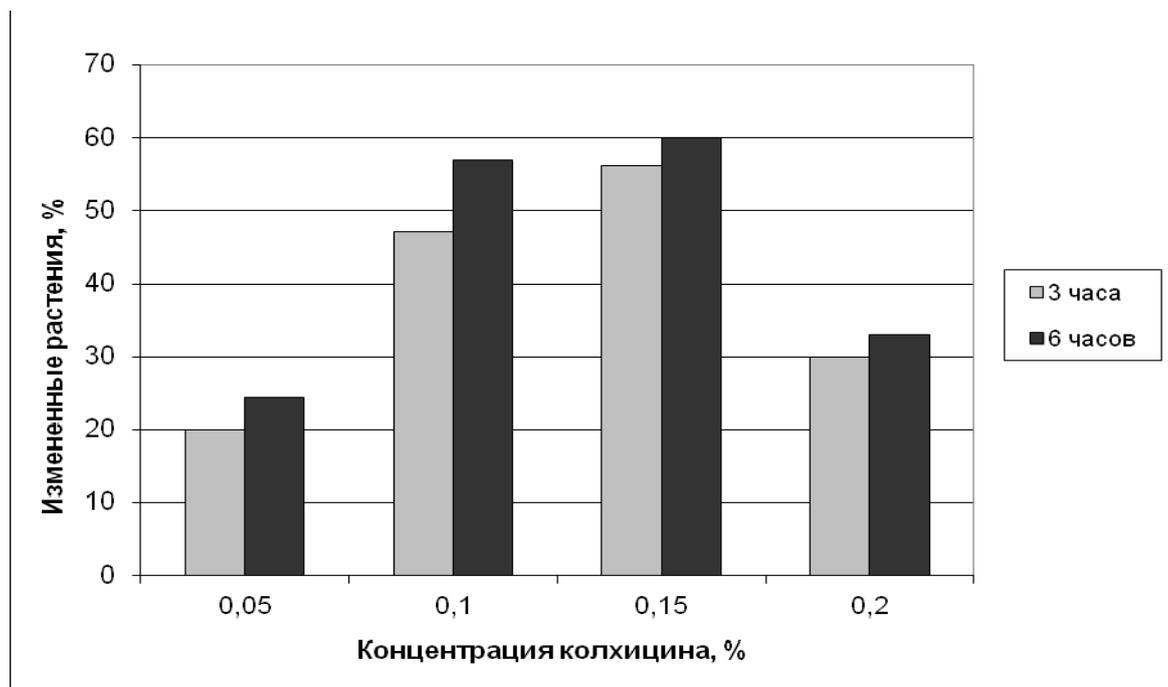


Рисунок 4.2 – Количество измененных растений (% от общего количества) в зависимости от экспозиции и концентрации колхицина

Идентификация полиплоидных растений – наиболее трудоемкая часть работы при получении полиплоидных форм. На первоначальном этапе своей работы для предварительной оценки полиплоидных форм использовали метод подсчета числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц листа. Для более точного выделения тетраплоидных образцов редиса нами был использован метод подсчета числа хромосом. Цитологический анализ проводили путем изготовления временных препаратов из зачаточных листочков цветоносного стебля. Количество идентифицированных тетраплоидных образцов представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1. – Количество идентифицированных тетраплоидных образцов

Количество образцов, шт.			
Общее	Тетраплоидные	Диплоидные	С неустановленной плоидностью
164	20	65	79

4.1.2 Характеристика образцов по морфологическим признакам

В результате изучения морфологических признаков листа у тетраплоидных и диплоидных образцов установлено, что тетраплоидные образцы превосходят диплоидные по таким признакам, как высота розетки, длина листа, ширина листа, масса листьев. Количество листьев у диплоидных и тетраплоидных образцов не изменялось (таблица 4.2, 4.3).

Таблица 4.2 – Характеристика количественных признаков листа у тетраплоидных образцов, выделенных из сорта Альба, 2007-2009 гг. (Минская область)

Образец	Морфологические признаки листа				
	Высота розетки, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Количество листьев, шт.	Масса листьев, г
А-05	18	21	8	12	11,3
А-05.1	20	23	8	11	13,4
А-05.2	18	20	7	12	12,3
Альба (st)	15	16	5	12	9,6

Таблица 4.3 – Характеристика количественных признаков листа у тетраплоидных образцов, выделенных из сорта Смачны, 2007-2010 гг. (Минская область)

Образец	Морфологические признаки листа				
	Высота розетки, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Количество листьев, шт.	Масса листьев, г
См-04	15	16	5	5	7,3
См-04.1	16	16	5	6	8,5
См-04.2	16	17	4	6	7,1
Смачны (st)	13	14	3	6	6,4

Тетраплоидные образцы были изучены по количественным признакам корнеплода. Наибольшая его масса 36,1 г была у тетраплоидного образца А-05.1. Образцы А-05 и А 05.2 также превосходили диплоидный образец Альба по массе корнеплода (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Характеристика количественных признаков корнеплода у тетраплоидных образцов, выделенных из сорта Альба, 2007-2010 гг. (Минская область)

Образец	Морфологические признаки корнеплода				
	Длина, см	Диаметр, см	Масса, г.	Окраска	Форма
А-05	5,8	3,5	35,0	белая	овальная
А-05.1	6,1	3,7	36,8	белая	овальная
А-05.2	5,7	3,5	36,1	белая	округло-овальная
Альба (st)	4,3	2,8	30,7	белая	округло-овальная

Похожие результаты были получены при анализе тетраплоидных образцов, полученных из сорта Смачны. Все тетраплоидные образцы превзошли диплоидный по таким признакам, как длина, диаметр, масса корнеплода (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Характеристика количественных признаков корнеплода у тетраплоидных образцов, выделенных из сорта Альба, 2007-2010 гг. (Минская область)

Образец	Морфологические признаки корнеплода				
	Длина, см	Диаметр, см	Масса, г.	Окраска	Форма
См-04	3,2	3,1	18,1	красно-малиновая	округлая
См-04.1	3,2	3,2	17,5	красно-малиновая	округлая
См-04.2	3,0	3,0	17,8	красно-малиновая	округлая
Смачны (st)	2,7	2,8	16,4	красно-малиновая	округлая

4.1.3 Оценка полиплоидных форм по хозяйственно ценным признакам

В наших исследованиях была проведена оценка тетраплоидных образцов редиса по комплексу хозяйственно-ценных признаков. В растениеводстве известно более 500 полиплоидов (сахарная свекла, виноград, гречиха, мята, лук и другие). Все они выделяются большой вегетативной массой и имеют большую хозяйственную ценность. Полиплоиды отличаются большой устойчивостью к болезням. У них в положительную сторону изменяется содержание белков, углеводов, витаминов, каротиноидов, изменяется ферментативная активность.

Впервые тетраплоидный сорт редиса был создан в Японии в 1939г. В Германии получена тетраплоидная форма редиса с плотным корнеплодом. В СНГ первым тетраплоидным сортом был Сибирский-1, выделенный из сорта Розово-красный с белым кончиком.

В результате сравнительной оценки полиплоидных форм редиса по продолжительности вегетационного периода, урожайности, содержанию аскорбиновой кислоты и устойчивости к цветущности были выделены См-04, А-05 (рисунок 4.3), А-05.1, А-05.2 (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Характеристика тетраплоидных образцов редиса по комплексу хозяйственно ценных признаков, 2007-2010 гг. (Минская область)

Образец	Продолжительность вегетационного периода, дней	Товарная урожайность, кг/м ²	% к St	Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100г	Цветущность, %
См-04	20	3,3	132	39,2	2
См-04.1	22	2,9	116	37,1	4
См-04.2	22	3,2	128	38,8	4
А-05	23	3,5	140	39,0	2
А-05.1	22	3,6	144	38,5	1
А-05.2	23	3,3	132	39,1	4
Альба st	25	2,5	-	31,8	6
НСР 05	-	0,3	-	2,5	-



Рисунок 4.3 – Образцы редиса: слева – диплоидный (Альба);
справа – тетраплоидный (А-05)

В результате изучения тетраплоидных образцов на содержание нитратов в корнеплодах установлено, что они значительно меньше накапливали нитратов, чем диплоидный сорт Альба (рисунок 4.4).

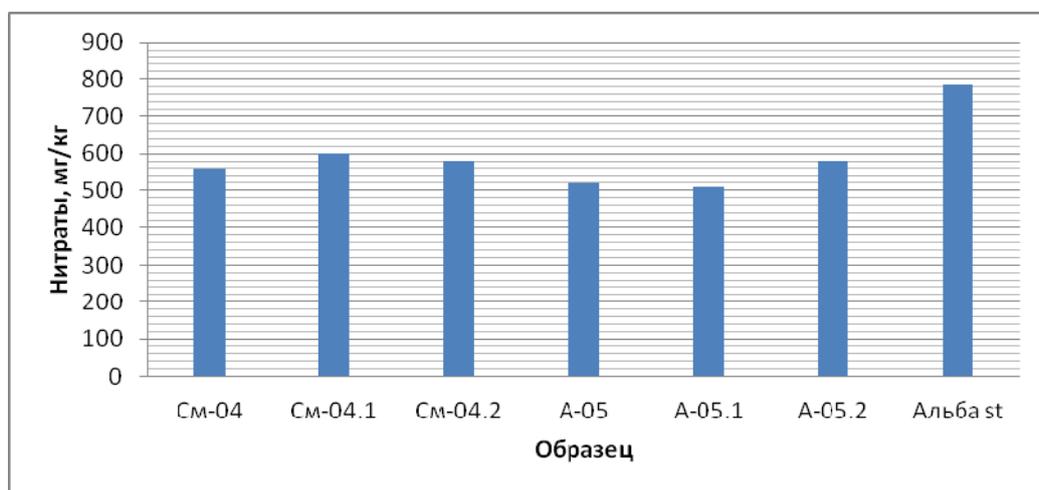


Рисунок 4.4 – Содержание нитратов в тетраплоидных образцах, 2007-2010
гг. (Минская область)

Выделенные формы являются новым исходным материалом для селекции на повышение урожайности, содержание аскорбиновой кислоты и устойчивость к цветущности.

В результате оценки тетраплоидных образцов редиса на устойчивость к альтернариозу установлено, что развитие альтернариоза на тетраплоидных образцах составляло 16,6-20,0 %, на диплоидных образцах 16,6-25,0% (таблица 4.6). Тетраплоидные образцы были более устойчивы к альтернариозу чем диплоидные.

Таблица 4.6 – Оценка тетраплоидных образцов редиса на устойчивость к альтернариозу, 2007-2010 гг. (Минская область)

Образец	2004г.		2005г.		2006г.	
	Балл поражения	Развитие болезни,%	Балл поражения	Развитие болезни,%	Балл поражения	Развитие болезни,%
Смачны st.	1,5	25,0	1,0	16,6	1,2	20,0
См-04	1,2	20,0	1,0	16,6	1,0	16,6
См-04.1	1,0	16,6	1,0	16,6	1,0	16,6
См-04.2	1,2	20,0	1,0	16,6	1,0	16,6
Альба st.	1,0	16,6	1,0	16,6	1,2	20,0
А-05	1,0	16,6	1,0	16,6	1,0	16,6
А-05.1	1,0	16,6	1,0	16,6	1,0	16,6
А-05.2	1,0	16,6	1,0	16,6	1,0	16,6

4.2 Метод искусственного мутагенеза в селекции редиса и свеклы столовой

4.2.1 Изучение способов обработки корнеплодов и семян мутагенными факторами

Известно, что у гаплоидных растений отсутствует эффект доминантности. Это позволяет проявиться работе всех генов. В ходе настоящей работы был проведен эксперимент по использованию андрогенеза как способа идентификации возможных рецессивных мутаций редиса, вызванных γ -облучением. В качестве доноров использовали облученные растения. Использование таких растений

может иметь фундаментальное значение, позволяя провести идентификацию генов, охарактеризованных по мутациям.

Секвенирование ядерных геномов *denovo* в пределах семейства капустных привело к выводам, что *Brassicarapa* (репа, пекинская капуста, один из предков экономически значимого растения *Brassicaparuspis* (рапс)) – сравнительно недавний (5-9 млн. лет назад) гексаплоид. В ходе эволюции этого генома показана интенсивная потеря генов после полиплоидизации (из ожидаемых 90 тысяч обнаружено 41174). Анализ потери генов показал, что это не случайный процесс: гены «домашнего хозяйства» теряются, гены, участвующие в ответе на стресс и других взаимодействиях с окружающей средой остаются многокопийными. В связи с этим, был проведен лабораторный опыт по полиплоидизации растений редиса, повергнутых γ -облучению.

Угнетающий эффект на растения усиливался в связи с ростом дозы γ -излучения (рисунок 4.5). Наиболее угнетенными с визуальными признаками химерности листовых пластинок были растения редиса, получившие максимальную дозу.



Рисунок 4.5 – Рост растений редиса на 24-й день от посева:

a – 300 Гр, b – 1100 Гр, c – 2000 Гр, d – контроль

После применения колхицина резко ингибировался апикальный рост растений редиса во всех вариантах опыта (рисунок 4.6). У $\frac{1}{4}$ числа контрольных растений и облученных 300 Гр после применения рострегулирующего препарата Экосила 0,05% в зоне апекса рост побега восстанавливался. На 3-ю неделю роста у таких растений формировался 1-й настоящий лист.



Рисунок 4.6 – Растения редиса после обработки: γ -излучение + колхицин (слева) и контрольный образец (без обработок) (справа)

Первичный цитологический анализ нижней поверхности листа растений редиса, обработанных колхицином, показал наличие большого числа клеток с увеличенными размерами (рисунок 4.7).

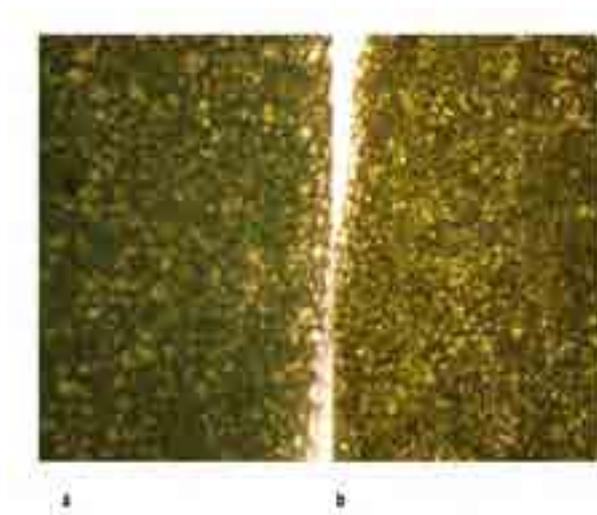


Рисунок 4.7 – Внешний вид нижней поверхности семядольного листа редиса: а – растение из колхицинированного проростка, б – контрольное растение

В результате морфологических наблюдений за ростом редиса сорта Смачны из семян, облученных радиоактивным Co^{60} и колхицином, в лабораторных условиях установлено, что ростовые процессы у большинства растений сохранялись при 300 Gr (таблица 4.7). Колхицинирование приводило к образованию жизнеспособных растений в вариантах опыта Co^{60} 0, 300, 2000 Gr. Репродуктивные органы образовывались у растений, обработанных 300 Gr, колхицином и этими факторами совместно.

Таблица 4.7 – Рост и развитие растений редиса, обработанных мутагенами, 2013-2015 гг.

	Co^{60}			
	0	300 Gr	1100 Gr	2000 Gr
Выживаемость, %				
Контроль	98	95	4	90
Колхицинирование	50	45	1	10
Образование цветоноса, %				
Контроль	95	94	0	1
Колхицинирование	90	95	1	0

При использовании совместных обработок Co^{60} 300 Gr и колхицинирования наблюдали различные модификации листовой кромки (рисунок 4.8) и интенсивности окраски стебля и листовых черешков.



Рисунок 4.8 – Окраска листовых черешков растений редиса: а, в – облученные дозой 300 Gr + колхицин, с – контроль (без обработки)

Измерение размеров замыкающих клеток устьиц нижнего эпидермиса листа редиса показало полиморфизм в зависимости от мутагенных факторов (рисунок 4.9). Среди растений, обработанных колхицином, обнаруживали образцы с размерами клеток устьиц, превышающими контроль, и меньшими, чем в контроле.

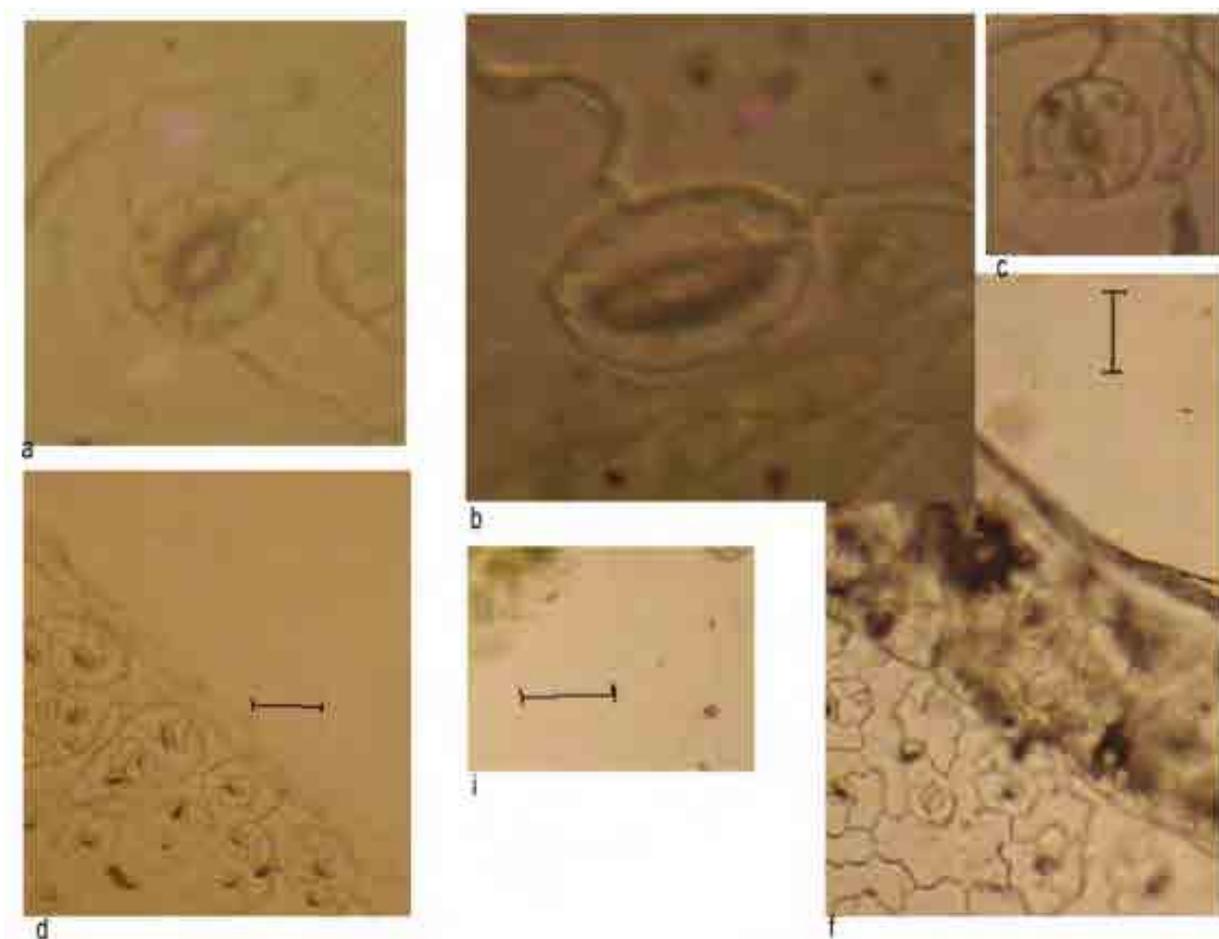


Рисунок 4.9 – Устьица нижнего эпидермиса листа редиса:

a, d – контроль (без обработки), b, e; c, f – облученные дозой 300 Gr

Молекулярно-генетический RAPD-анализ растений редиса показал возможность установить генетические отличия у образцов, облученных разными дозами γ -облучения. (рисунок 4.10). Продукты амплификации имеют молекулярную массу от 300 до 1000 бп. На каждый образец приходится от 2 до 6 продуктов реакции. Эти результаты отличают редис от капусты белокочанной сорта Надзея, где с помощью этого праймера показана гомогенность популяции в

виде одного продукта молекулярной массой около 100 бп. RAPD-анализ показал отличия опытных растений от контрольных. Однако он продемонстрировал очевидный даже при небольшой выборке генетический полиморфизм исходной популяции редиса.

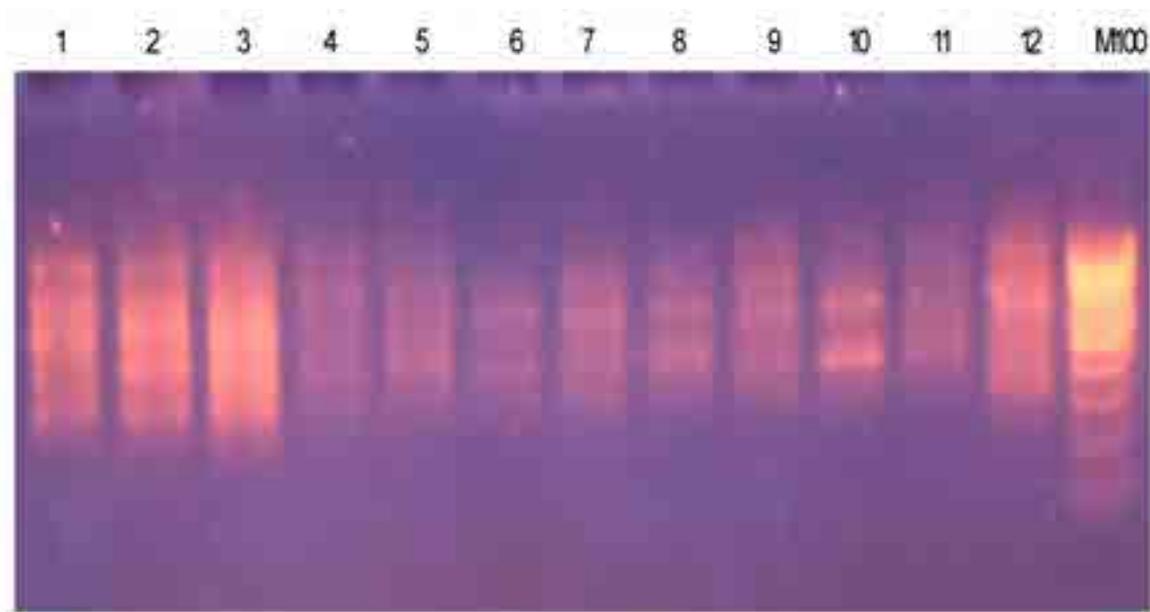


Рисунок 4.10 – Результат электрофореза продуктов амплификации тотальной ДНК образцов редиса (1-12) сорта Смачны с использованием праймера ОРА-01: 1-3 – контроль, 4-12 – облученные растения

При подготовке семян редиса к посеву были проведены исследования по изучению всхожести семян, которые были получены с растений редиса, обработанных мутагенами в 2014 г. Установлено, что всхожесть семян редиса на 7 день у образцов, обработанных мутагенами, была ниже (53-58 %), чем у стандарта без обработки мутагенами (82 %). Низкая всхожесть семян связана с влиянием мутагенов на зародыши семян и плохим опылением цветков в период вегетации. Такие же результаты получены при определении всхожести семян свеклы столовой.

Проведены исследования по изучению влияния мутагена-колхицина на проростки семян редиса. Полиплоидные формы получали путем воздействия водным раствором колхицина разной концентрации (0,05-0,2%) на проросшие семена редиса с длиной корешков 0,2-0,3 мм при экспозиции 3-6 часов.

Обработка проводилась при температуре 25°C. В качестве объектов исследования брали 2 сорта редиса (Альба, Смачны).

Наблюдения показали, что с увеличением концентрации раствора число погибших проростков увеличивалось пропорционально увеличению концентрации. Установлено, что при концентрации раствора колхицина 0,20% и экспозиции 6 часов процент гибели растений составил 21,3, а при экспозиции 3 часа – 17,5. Минимальная концентрация раствора колхицина (0,05%) при экспозиции 6 часов вызвала гибель 10,1% проростков, а при 3 часовом воздействии – 9,6%. Таким образом, на гибель проростков оказала влияние и концентрация раствора и экспозиция.

Установлено, что проросшие семена редиса можно обрабатывать 0,05-0,20% раствором колхицина при экспозиции 3 и 6 час. Наибольшее количество измененных растений в наших опытах было получено при обработке 0,15% в течение 6 часов.

Для получения мономорфной популяции редиса были созданы пробирочные линии редиса сорта Смачны. Эксперименты по облучению таких растений показали, что доза 150 Gr является губительной для редиса (рисунок 4.11). Все опытные растения погибали в течение 1 мес. Растения свеклы через месяц после облучения выглядели крупнее контрольных. Опытные образцы приобретали выраженную свекольную окраску, зеленый цвет листьев не просматривался. Побегообразование начиналось у 1 образца из 8. Через 2 месяца опытные растения свеклы погибали. У лука и чеснока облученные растения практически не отличались от контрольных. Через 2 месяца они начинали расти.



Рисунок 4.11 – Растения-клоны различных овощных культур через месяц после облучения ^{60}Co : а,б – редис (образец 1 на электрофореграмме); с, d – свекла; e, f – лук репчатый; а, с, e – контроль; б, d, f – опыт.

В результате выращивания растений редиса в лабораторных условиях были получены семена (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Влияние γ -облучения набухших семян редиса на фертильность растений в лабораторном опыте, 2013-2015 гг.

Вариант опыта, Гр	Последующая обработка колхицином, 0.05%	Количество фертильных растений
контроль	контроль	13
	колх	0
300	контроль	5
	колх	11
2000	контроль	3
	колх	2

Так как самоопыление не приводило к завязыванию семян было проведено перекрестное опыление между опытными и контрольными образцами. Тогда фертильность наблюдалась во всех вариантах опыта, где сохранялось достаточное количество растений. В аналогичном опыте в полевых условиях до бутонизации выживали только контрольные и облученные 300 Гр образцы. Таким образом, для определения условий мутагенеза для редиса оказалось существенным не только доза облучения, но и то, в каких условиях выращивалось растение.

4.2.2 Характеристика растений редиса и свеклы столовой после предпосевного облучения семян

Первым этапом работы были исследования по экспериментальному обоснованию оптимальных доз γ -облучения для семян редиса и свеклы столовой. В таблице 4.9 представлены результаты влияния облучения семян разными дозами ^{60}Co на всхожесть и ростовые процессы у редиса. Контролем служили необлученные семена. Семена контрольных и опытных вариантов проращивали в чашках Петри при температуре 22 °С. Измерения ростовых процессов проводили в течение 5 дней. Аналогичные эксперименты проведены и с семенами свеклы столовой, результаты которых представлены в таблице 4.10.

Оптимальными дозами являются у редиса – 1100 Гр, у свеклы столовой – 500 Гр, эти дозы целесообразно использовать для обработки проростков. У редиса при обработке дозами 1100 и 2000 Гр разница составила 2 %, поэтому лучше использовать в этом случае дозу 1100 Гр.

Таблица 4.9 – Характеристика всхожести семян и длины проростков редиса в контрольных и опытных вариантах, 2013 г.

Дата учета	Контроль		Доза, Гр					
			300		1100		2000	
	всхо- жесть семян, %	средняя длина корешка, мм	всхо- жесть семян, %	средняя длина корешка, мм	всхо- жесть семян, %	средняя длина корешка, мм	всхо- жесть семян, %	средняя длина корешка, мм
15.02	-	-	-	-	-	-	-	-
16.02	-	-	-	-	-	-	-	-
17.02	43	6	21	5	26	3	20	2
18.02	45	21	36	20	33	19	32	7
19.02	45	25	36	22	34	20	32	8
Всхо- жесть семян %	90	-	72	-	68	-	64	-

После определения оптимальных доз воздействия мутагена была проведена предпосевная обработка семян и корнеплодов свеклы столовой и редиса. Семена редиса сортов Смачны, Моховской, Злата, Ледяная сосулька, Розово-красный с белым кончиком обработаны перед посевом лучами ^{60}Co в дозе 1100 Гр. Семена сортов свеклы столовой Веста, Гаспадыня, Прыгажуня и 36/05 обработаны мутагеном в дозе 500 Гр. Контрольные варианты – семена исходных сортов без предпосевого облучения лучами ^{60}Co . Посев обработанного экспериментального материала проведен 05.05.2014 г. на опытных участках РУП «Институт овощеводства НАН Беларуси».

Данные по всхожести семян при использовании доз 1100 Гр (для редиса) и 500 Гр (для свеклы столовой) представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.10 – Характеристика всхожести семян и длины проростков свеклы столовой в контрольных и опытных вариантах, 2013 г.

Дата учета	Контроль		Доза, Гр					
			200		500		1000	
	всхо- жесть семян, %	средняя длина корешка, мм	всхо- жесть семян, %	средняя длина корешка, мм	всхо- жесть семян, %	сред- няя длина ко- решка, мм	всхо- жесть семян, %	сред- няя длина ко- решка, мм
15.02	-	-	-	-	-	-	-	-
16.02	-	-	-	-	-	-	-	-
17.02	-	-	-	-	-	-	-	-
18.02	13	4	18	4	5	3	14	2
Энергия прораств.,%	26	-	36	-	10	-	28	-
19.02	15	17	20	13	9	8	15	14
20.02	24	30	22	23	13	15	16	19
21.02	27	34	23	27	14	16	17	24
22.02	32	38	26	36	15	17	19	26
23.02	35	47	29	41	16	19	23	29
24.02	37	50	32	45	16	20	28	35
25.02	37	51	32	46	16	22	29	37
Всхожесть семян, %	74	-	64	-	32	-	58	-

Таблица 4.11 – Полевая всхожесть образцов редиса и свеклы столовой, 2013 г.

Образец	Полевая всхожесть семян, %	
	контроль без обработки мутагенами	опыт с обработкой мутагенами
Редис (1100 Гр)		
Злата	81	41
Ледяная сосулька	79	47
Розово-красный с б. к.	85	39
Моховский	80	35
Смачны	87	43
Свекла столовая (500 Гр)		
Веста	71	25
Гаспадыня	70	18
Прыгажуня	73	20
36/05	73	27

У образцов редиса отмечено снижение всхожести семян при обработке ^{60}Co в дозе 1100 Гр. в среднем в два раза по сравнению с контрольными вариантами.

У образцов свеклы столовой отмечено снижение всхожести семян при обработке ^{60}Co в дозе 500 Гр от 25 до 35 % по сравнению с контрольными вариантами.

Проростки редиса сорта Смачны обработаны дозами 1100, 500 и 300 Гр, проростки и корнеплоды трех сортов свеклы столовой (Веста, Гаспадыня, Прыгажуня) обработаны тремя дозами ^{60}Co (100, 300 и 500 Гр). Посадка этого обработанного экспериментального материала проведена 03.06.2013 г. и 05.06.2014-2015 гг. В полевых условиях у растений проведены фенологические наблюдения. Контроль – те же образцы без воздействия мутагена.

В результате выращивания мутантных растений редиса в лабораторных условиях были получены семена. Так как самоопыление не приводило к завязыванию семян было проведено перекрестное опыление между опытными и контрольными образцами. Тогда фертильность наблюдалась во всех вариантах опыта, где сохранялось достаточное количество растений. В аналогичном опыте в полевых условиях до бутонизации выживали только контрольные и облученные 300 Гр образцы. Таким образом, для определения условий мутагенеза для редиса оказалось существенным не только доза облучения, но и то, в каких условиях выращивалось растение.

Обработанные излучением кобальта семена редиса также были высеяны в полевые условия. В результате изучения морфологических признаков листа у мутантных образцов редиса установлено, что обработанные мутагенами образцы имели существенные отличия от контроля по таким признакам как высота розетки, длина листа, ширина листа, масса листьев (таблица 4.12). Как следует из таблицы 4.12, количественные изменения в зависимости от варианта опыта существенно отличаются от контрольных при дозе 2000 Гр и лишь незначительно различаются в сравнении с контролем при дозе воздействия в 300 Гр.