

И. А. Кощаев
А. А. Рядинская
С. А. Чуев
К. В. Лавриненко
Н. Б. Ордина
Д. А. Захарова
П. И. Токарь



ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ МОРКОВИ

Монография

И. А. Коцаев

**Технологии производства
и переработки
моркови. Монография**

«Издательские решения»

Коцаев И. А.

Технологии производства и переработки моркови. Монография /
И. А. Коцаев — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-00-591675-4

Монография посвящена всестороннему рассмотрению аспектов производства и переработки продукции растениеводства, а именно — моркови. Обобщены и проанализированы сведения о влиянии технологий возделывания на продуктивность и качество урожая. Приводятся данные о послеуборочной обработке и практиках хранения корнеплодов, изменении их биохимического состава и органолептических показателей в процессе хранения. Монография предназначена для студентов, молодых ученых, преподавателей, технологов.

ISBN 978-5-00-591675-4

© Коцаев И. А.
© Издательские решения

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ПОТРЕБЛЕНИЕ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ	7
1.1. Товарное качество и состав биологически активных веществ корнеплодов	7
1.2. Безопасность корнеплодов столовой моркови	18
2. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ	24
2.1. Урожайность и качество корнеплодов сортов и гибридов	24
Конец ознакомительного фрагмента.	35

Технологии производства и переработки моркови Монография

Рецензенты:

Коцарева Н. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский)

Крюков А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, п. Майский)

Авторы: Коцаев И. А., Рядинская А. А., Чуев С. А., Лавриненко К. В., Ордина Н. Б., Захарова Д. А., Токарь П. И.

© И. А. Коцаев, 2022

© А. А. Рядинская, 2022

© С. А. Чуев, 2022

© К. В. Лавриненко, 2022

© Н. Б. Ордина, 2022

© Д. А. Захарова, 2022

© П. И. Токарь, 2022

ISBN 978-5-0059-1675-4

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

ВВЕДЕНИЕ

Морковь – одно из старейших овощных культур, которую в свежем виде можно употреблять круглый год. Люди употребляют её более 4-х тысячелетий. Родиной сортов моркови с красноватыми корнеплодами является Средиземноморье, а с фиолетовыми, белыми и желтыми – Индия и Афганистан. Здесь её культивируют в качестве огородного растения с XIII века. В Древнем Риме и Греции морковь именовалась по-разному, что приводило к противоречивым толкованиям. В частности, под названием *Pastinaca* могла скрываться и почти белая морковь, и светлые корнеплоды чрезвычайно популярного в то время пастернака. Дать моркови имя *Daucus*, отделив её от родственных видов, предложил Гален. Это случилось во втором столетии новой эры. В те же годы римским ученым Афинеем было предложено название *Carota*, и так же корнеплод именуется в кулинарной книге *Apicius Czclius*, относящейся к 230 году.

В русских травниках, лечебных и хозяйственных руководствах XVI —XVII веков писали, что морковь обладает целебными свойствами, в частности: морковным соком лечили болезни сердца и печени, его рекомендовали как средство от кашля и желтухи. И это действительно так. Морковь превосходит многие овощи по содержанию витаминов и ряду других полезных для нашего организма веществ. По содержанию каротина (провитамина А) она незначительно уступает только сладкому перцу и превосходит все другие овощи.

В моркови есть так же витамины В1, В2, С, РР, К, фолиевая кислота, эфирное масло, соли кальция, фосфор, йод, железо. В связи с высоким содержанием йода морковь советуют употреблять при пониженной функции щитовидной железы. Морковный сок – отличное целебное средство при малокровии, заболеваниях сердечно-сосудистой системы, печени, почек и других болезнях. Иногда морковный сок употребляют в домашней косметике, поскольку отмечено, что он придает коже лица свежесть и бархатистость. Морковь используют для приготовления салатов, супов, гарниров, для жарения, тушения, маринования, консервирования овощей и т. д.

1. ПОТРЕБЛЕНИЕ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ

1.1. Товарное качество и состав биологически активных веществ корнеплодов

За последние годы в общественном сознании закрепились проблема критической нехватки витаминов – авитаминоза. Однако на самом деле с авитаминозом сталкивается лишь отдельная часть населения, тогда как на первый план выходит гиповитаминоз – постоянное низкое содержание в организме одного или нескольких витаминов. Ученые Федерального исследовательского центра питания и биотехнологии установили, что в Российской Федерации всего 14% взрослых и 16,8% детей, которые старше четырех лет, получают все витамины, в которых нуждается организм, в нужном количестве. Более 80% россиян страдают от гиповитаминоза. Наиболее ощутима проблема с нехваткой витаминов D (от 23% до 97% в зависимости от состояния здоровья человека и региона, в котором он проживает), B₂ (до 74%) и каротиноидов – в том числе витамина A (до 79%).

Люди забывают, что необходимое количество витаминов, в которых нуждается организм, можно получить, добавив в свой рацион определенные продукты. Одним из таких продуктов является морковь (Барышникова Н. И., Паймулина А. В., 2014; Коденцова В. М., Вржесинская О. А., 2017; Чудайкина А. В., Барышникова Н. И., 2019). Она необходима для детского организма, это связано с тем, что витамин A способствует росту детей. Для них вареная морковь предпочтительнее, чем сырая потому, что в ней меньше грубых растительных волокон. К тому же витамины при варке на пару полностью сохраняются.

Безусловно, очень полезна морковь и для пожилых людей, так как вещества, которые в ней содержатся, замедляют старение головного мозга и улучшают память. Именно при температурной обработке в моркови увеличивается содержание β-каротина, который помогает нашему организму бороться с раком и сохраняет зрение. Также после отваривания количество антиоксидантов в моркови увеличивается на 34% для этого лучше всего отварить морковь в кожуре. Отварная морковь содержит меньше клетчатки и пектина, чем свежая, значит, она будет лучше перевариваться, поэтому ее могут включать в свой рацион люди, страдающие болезнями пищеварения.

Очень полезен сок из моркови. Он применяется при лечении ожогов, обморожений, гнойных ран и кожных заболеваний. Может даже способствовать рассасыванию язв и раковых образований, улучшению пищеварения и структуры зубов, повышает силу и энергию. При ежедневном потреблении морковного сока кормящей матерью, улучшается состав молока. Необходимо готовить морковный сок непосредственно перед употреблением из-за того, что каротин, соприкасаясь с кислородом, теряет свою активность, а польза сока в свою очередь частично теряется. Однако есть и противопоказания при приеме моркови и морковного сока. При язве желудка и гастрите сок нужно разбавлять пополам с водой (Барышникова Н. И., Паймулина А. В., 2014; Коденцова В. М., Вржесинская О. А., 2017; Чудайкина А. В., Барышникова Н. И., 2019).

Морковь издавна используют в лечебных целях при авитаминозах, а пигмент аперенин, который присутствует с желтой сердцевине, способствует снижению усталости сердечной мышцы. Морковь – одна из наиболее древних культивируемых овощных культур. Опираясь на археологические раскопки, наскальные рисунки и письменные свидетельства, можно утверждать, что ей уже около 4 тысяч лет (Исабаева, С.Д. 2020, 2021).

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

В последнее десятилетие производственные площади под корнеплодными культурами значительно увеличились. Выращиванием их занимаются овощеводческие компании, фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели и садоводы-любители, которым нужна экономически выгодная продукция высокотоварная, хорошего и отличного качества, пригодная для длительного хранения, современных механизированных технологий и переработки (Федорова М. И., Степанов В. А., 2017).

В культуру морковь введена с глубокой древности. В Европе, в том числе и в Российской Федерации, она получила широкое распространение в XIV веке, а в настоящее время у нас в стране морковь выращивают повсеместно. Среди столовых корнеплодов она занимает первое место (Немирова Н. А. [и др.], 2017; Н. А. Немирова, Н. П. Балуева, 2022).

Конечная цель при выращивании моркови столовой – получение высокого урожая с хорошим качеством продукции. Однако если урожайность в значительной степени определяется сортовыми особенностями, своевременным и качественным выполнением технологических требований выращивания, то качество продукции зависит еще и от правильно выбранного срока уборки в каждой климатической зоне.

Сорта и гибриды моркови столовой должны характеризоваться высокой продуктивностью, способностью к длительному хранению, повышенным содержанием питательных и биологически активных веществ, для использования продукции в свежем виде и в качестве сырья для различных видов переработки.

Морковь употребляют в сыром виде, широко используют в кулинарии, для квашения, маринования. В консервной промышленности морковь является основной составной частью фарша различных консервов, из нее приготавливают соки, пюре, сушеный продукт. В настоящее время в стране имеется много сортов моркови, отвечающие требованиям рынка и консервной промышленности. Практика возделывания овощных культур свидетельствует о том, что высокие потенциальные возможности сорта к формированию урожая не всегда реализуются в конкретных условиях выращивания.

Продуктовый орган моркови столовой – корнеплод. Окраска корнеплодов зависит от соответствующих пигментов:

- каротина (красно-оранжевые, оранжевые),
- антохлора (желтые),
- ликопиноида (крово-красная),
- антоциана (фиолетовая).

Сорта моркови различаются размером, окраской, формой, величиной, химическим составом, вкусовыми данными, лежкоспособностью. Лучшими считаются сорта с малой сердцевинной, яркоокрашенной мякотью.

Форма корнеплодов может быть:

- округлая,
- овальная (сердцевидная),
- укорочено-коническая,
- тупоконечная,
- цилиндрическая,
- удлинненно-коническая,
- тупоконечная,

- длинная коническая,
- остrokонечная.

Для полной оценки формы корнеплода определяют индекс формы h/d . При установлении индекса формы используют следующую шкалу:

- очень короткие – индекс около 1,
- укороченные – до 2—3,
- полудлинные – 3—5,
- удлиненные – 5—8,
- длинные – свыше 8.

По длине корнеплоды бывают:

- короткие – до 10 см (коротели (3—6 см),
- средние – 10—20 см,
- длинные – свыше 20 см.

В условиях Российской Федерации длина корнеплода редко превышает 30—40 см, но известно, что в Мексике выращивают морковь, корнеплоды которой достигают 2-х метров.

Для механизированной уборки более подходят корнеплоды средней длины. Сорта с длинными корнеплодами сильно повреждаются при подкапывании и плохо хранятся. Но при этом, чем больше длина корнеплода, тем выше будет урожайность моркови.

Диаметр корнеплода по наибольшей толщине:

- малый – до 3 см,
- средний – 3—5 см,
- большой свыше 5 см.

При оптимальных условиях выращивания в зависимости от сортовых особенностей масса корнеплодов моркови нарастает:

- небольшая (меньше 80 г),
- средняя (80—150 г),
- большая (больше 150 г).

На участках с рыхлой плодородной почвой масса корнеплодов может составлять 300—500 г и более.

Окраска мякоти (коры) корнеплода разнообразна. У большинства сортов столовой моркови окраска мякоти бывает:

- желтовато-оранжевая,
- розовооранжевая,
- оранжевая,
- интенсивно-оранжевая,
- оранжево-красная, красная.

Окраска сердцевины (древесины):

- желтовато-белая,
- желтая,
- желтоватооранжевая,
- оранжевая,
- розово-оранжевая,
- оранжево-красная,
- красная.

Поверхность корнеплодов бывает:

- гладкая,
- неровная,
- бугристая.

На ней хорошо заметны мелкие или глубокие глазки.

Вкус корнеплода определяют по пятибалльной системе:

- очень вкусный – 5,
- вкусный – 4,
- средневкусный – 3,
- невкусный – 2,
- очень невкусный – 1.

Отмечают также аромат корнеплодов (Немирова Н. А. [и др.], 2017; Н. А. Немирова, Н. П. Балужева, 2022).

Широкое возделывание моркови во всех странах мира обусловлено высокой питательной ценностью корнеплодов. Ее выращивают повсеместно как вкусный овощ и как основной источник каротина. Кроме того, в корнеплодах содержатся такие важные соединения, как сахара, органические кислоты, белки, минеральные вещества, жирные и эфирные масла.

Морковь содержит до 0,6—1,3% азотистых веществ, которые содержат незаменимые аминокислоты и легко усваиваются. Следует отметить, что морковь содержит витамины РР и Е, фенольные соединения, придающие оттенок горечи (Немирова Н. А. [и др.], 2017; Н. А. Немирова, Н. П. Балужева, 2022).

Также морковь накапливает витамины D и С. Немало в ней минеральных веществ, которые необходимы для организма человека. В моркови содержится 1,3 г белка, 0,1 г жиров, 6,9 г углеводов. Калорийность на 100 г составляет 32 кКал. Витамин D участвует в регуляции артериального давления и сердцебиения, препятствует росту раковых клеток. Витамины группы В отвечают за правильное функционирование нервной системы. Витамин Е является сильным антиоксидантом. Витамин РР активно участвует в окислительно-восстановительных процессах. Витамин К имеет большое значение в формировании костей. Витамин С обеспечивает упругость и эластичность сосудов (Барышникова Н. И., Паймулина А. В., 2014; Коленцова В. М., Вржесинская О. А., 2017; Чудайкина А. В., Барышникова Н. И., 2019).

Наиболее важным показателем качества растительного сырья является содержание в нем сухих веществ, обуславливающих его пищевую ценность.

В корнеплодах моркови столовой содержится 85—87% воды, 13—14 – сухого вещества, 8—12 – углеводов, в том числе 6—9 – сахаров, 1,5—6 – крахмала, 1—2,2 белка, 0,2—0,3 – жира, 1–1,1 – клетчатки, 0,6—1,7 – золы. Нежная консистенция мякоти и большое содержание сахаров (сахароза, глюкоза и фруктоза) делают морковь вкусным и питательным продуктом.

Корнеплоды являются богатым источником необходимых для организма минеральных солей, содержащих 200—282 мг калия, 35—50 – кальция, 40 – марганца, 21 – магния, 45 – натрия, 31—50 – фосфора, 0,7 – железа, 3,8 мг йода.

Наиболее важным показателем качества растительного сырья является содержание в нем сухих веществ, обуславливающих его пищевую ценность.

В результате исследований, проведенных Манжесовым В. И., Максимовым И. В. и Курчаевой Е. Е., установлено, что наименьшее содержание сухих веществ в морковном сырье – 8—9% – отмечено в растительном материале сорта Сладкоежка и Шантенэ 2461, а наибольшее – в сортах МО и Король осени – 11—12%.

Морковь является ключевым источником каротина – провитамина А, из которого в организме образуется витамин А. Он играет важную роль в поддержании устойчивости организма к различным инфекциям. В корнеплодах каротин сохраняется всю зиму, после варки усваивается еще лучше. По содержанию каротина морковь превосходит многие другие овощи (4—20 мг/100 г, а в некоторых новых сортах до 37 мг), уступая лишь перцам сладким и тыкве мускатной. Сорта с оранжевой окраской корнеплода содержат больше каротина (Манжесов В. И., Максимов И. В., Курчаева Е. Е., 2009; Максимов И. В., Попов И. А., Веселева И. Д., 2014).

Морковь имеет низкую кислотность, близкую к нейтральной (6,3). Каротиноиды – жирорастворимые пигменты, которые придают окраску от желтой до красной большей части объектов живой природы. Основным свойством, присущим каротиноидам, являются их антиоксидантные свойства, которые объясняются их антимуtagenным, иммуномодулирующим, антиинфекционным, антиканцерогенным и радиопротекторным действиями (Старовойтов Р. В., Влащик Л. Г., 2018).

Каротиноиды пищевых продуктов растительного происхождения – растительные пигменты, обладающие биологической активностью и антиоксидантными свойствами, биодоступность которых зависит от механической и термической обработки и присутствия жиров.

Из 40 каротиноидов, поступающих с пищей, главными являются каротины – β - и α -каротины, ликопин и ксантофиллы – лютеин, зеаксантин, β -криптоксантин.

Свежие овощи содержат каротиноидов больше, чем плоды и ягоды, но обладают низкой биодоступностью. Основными источниками каротиноидов среди овощей являются морковь, плодовые и салатно-шпинатные овощи. Морковь является источником каротинов (β - и α -каротин до 58,4 и 40,4%, соответственно) с максимальным количеством в оранжевой моркови.

Каротиноиды – группа биологически активных соединений, которая всегда привлекала внимание как диетологов за счет их пользы для здоровья и безопасного источника природного витамина А, который образуется при ферментативном метаболизме, так и работников пищевой промышленности – для формирования оптимальных цветовых характеристик и пищевой ценности пищевых продуктов. Химическая природа каротиноидов определяет их множественные свойства: так, наличие системы сопряженных двойных связей обуславливает их окраску, количество двойных связей – антиоксидантную активность, наличие ионовых колец – витаминные свойства.

В природе обнаружено около 750 каротиноидов, в большей степени они имеют растительную природу, но также содержатся в рыбе и морепродуктах (астаксантин) и водорослях (фукоксантин).

В организм человека вместе с пищевыми продуктами поступает только 40 каротиноидов, из них 10% проявляют А-витаминную активность.

Каротиноиды представляют собой соединения, содержащие 40 углеродных атомов, построенных из 8 изопреновых фрагментов и образующих полипrenoидную цепь с сопряженной системой двойных связей. Эта цепь может циклизироваться на концах, образуя несколько типов ионовых колец. Длина цепи оказывает влияние на окраску каротиноидов (от желтого и оранжевого до глубокого красного), а наличие ионовых колец – на витаминную активность. При наличии в структуре каротиноидов 9 и более сопряженных связей они проявляют максимальное защитное действие от синглетного кислорода.

Каротиноиды делят на каротины, состоящие из атомов углерода и водорода, и ксантофиллы, имеющие в своем составе дополнительно атомы кислорода в виде гидрокси-, метокси-, эпокси- или кетогрупп. Представители каротинов обычно оранжевого цвета (α - и β -каротины). Более разнообразны по цвету ксантофиллы: атаксантин – ярко-алый, капсантин – темно-красный, лютеин, зеаксантин и виолаксантин – желтые. При включении в цепь сопряжения кето-групп, например, при окислении зеаксантина до капсантина и капсорубина в перцах (*Capsicum annuum*) происходит замена оранжевой окраски на красную. Довольно часто оранжевая окраска каротиноидов маскируется другими пигментами, например хлорофиллом или антоцианами. Это наблюдается в листовых овощах, зеленых плодах, сине-окрашенных ягодах и др.

Из 40 каротиноидов, поступающих с пищей, основными являются три каротина (α - и β -каротин, ликопин) и три ксантофилла (β -криптоксантин, зеаксантин и лютеин), имеющие типичное строение для соответствующей группы каротиноидов.

В растительных объектах каротиноиды представлены в транс-, транс-цис- и цисформах, а также этерифицированы жирными кислотами. Более стабильной и энергетически выгодной считается транс-форма, но теоретически цис-транс-изомеризация может происходить по каждой двойной связи, что частично или полностью происходит при приготовлении пищи. Цис-изомеры обладают большей биологической активностью, более легко встраиваясь в биомембраны и липопротеины, чем транс-изомеры.

Химическая структура каротиноидов, наиболее часто встречающихся в свежих плодах и овощах и пищевых продуктах с их использованием А-витаминные свойства. Каротиноиды являются безопасным и единственным источником природного витамина А, который образуется при ферментативном метаболизме каротиноидов в организме человека и животных. Однако не все каротиноиды обладают А-витаминной активностью. Из 40 каротиноидов, регулярно потребляемых человеком вместе с пищевыми продуктами, только некоторые из них (10%) с β -кольцом без кислородсодержащих функциональных групп и полиеновой цепью не менее 11 атомов углерода, проявляют А-витаминные свойства. К ним относятся транс- и транс-цис-изомеры α -, β -, γ -каротинов и β -криптоксантина. Среди них β -каротин является наиболее мощным каротиноидом провитамина А, у которого каждая молекула расщепляется на два ретинола витамина А.

Биоконверсия β -каротина в витамин А происходит путем окислительного метаболизма молекулы по центральной 15—15 π -связи под влиянием фермента β -каротин-15-15 диоксигеназы. В растениях этого фермента нет, поэтому растительные объекты витамина А не содержат. Из 1 молекулы β -каротина образуется 2 молекулы витамина А, а из α - и γ -каротинов – только одна. 6 мкг β -каротина эквивалентны 1 мкг витамина А. Ликопин и δ -каротин витаминной активностью не обладают.

Каротиноиды сами нетоксичны, а образование из них витамина А энзиматически лимитировано. Поэтому при потреблении пищевых продуктов, содержащих каротиноиды, передозировки витамина А не происходит и верхний допустимый уровень потребления не установлен. Среднее потребление β -каротина в разных странах колеблется в пределах 1,8—5,0 мг/сутки.

Для населения России установлена физиологическая потребность β -каротина для взрослых, которая составляет 5 мг/сутки (МР 2.3.1.2432—08).

Количество сопряженных двойных связей полиеновой цепи в структуре каротиноидов за счет обобщения π -электронов обуславливает их роль липофильных антиоксидантов. Каротиноид может взаимодействовать со свободными радикалами, передавая электроны, с образованием аддукта или отдавая водород с образованием относительно стабильных каротиноидных радикалов. С увеличением окислительного потенциала каротиноидов их антиоксидантная активность возрастает.

Каротиноиды являются наиболее эффективной «ловушкой» синглетного кислорода, переводя его в нормальное триплетное состояние, при этом рассеивая избыток энергии возбуждения. Каротиноиды принимают энергию возбуждения «триплетного» хлорофилла или реагируют непосредственно с синглетным кислородом. Каждая молекула β -каротина способна разрушить до 300 молекул синглетного кислорода. По сравнению с витамином Е каротиноиды улавливают его более активно: β -каротин в 25 раз, ликопин в 100 раз, астаксантин в 500 раз. Наибольшее защитное действие от УФ-излучения за счет кето-группы с обоих концов системы сопряженных двойных связей проявляет астаксантин. Его требуется в 100 раз меньше, чем β -каротин и в 1000 раз меньше, чем лютеин. Совместное присутствие ликопина, лютеина и β -каротина способно подавлять 40—50% индуцированное УФ перекисное окисление липидов, но максимальную активность проявляет ликопин.

На моделях *in vitro* установлен ряд антиоксидантной активности каротиноидов: ликопин > α -токоферол > α -каротин > β -криптоксантин > зеаксантин > β -каротин > лютеин. Цис-изомеры каротиноидов обладают большей антиоксидантной активностью, чем их транс-изомеры. Обна-

ружен синергизм антиоксидантного действия каротиноидов с другими жирорастворимыми антиоксидантами – α -токоферолом и коэнзимом Q10.

Каротиноиды защищают токоферолы от окисления, в первую очередь, синглентным кислородом, а токоферолы улавливают пероксильные радикалы каротиноидов, способные инициировать развитие цепей свободно радикального окисления. Синергизм β -каротина с α -токоферолом проявляется лишь при соотношении 1:4, а для более ненасыщенного астаксантина с α -токоферолом в соотношении 1:12. Увеличение концентрации каротиноидов приводит к антогонизму. Включение в систему фосфолипидов увеличивает эффективность антиоксидантного действия даже при высоких концентрациях каротиноидов.

Каротиноиды обладают многими биологическими свойствами, и их высвобождение из пищевой матрицы наиболее важно для усвоения человеком. Усвояемость каротиноидов зависит от пищевых источников. Из свежего (необработанного) растительного сырья в 3 раза большей биодоступностью обладают фрукты и ягоды, чем овощи. Причем биодоступность β -каротина сырой моркови составляет 17—25%.

Биодоступность каротиноидов оценивается в следующем порядке: желтый перец > **морковь** > сладкий картофель > соцветия брокколи. Повышает биодоступность каротиноидов в растительном сырье или пищевом рационе присутствие жиров в среднем в 2 раза, термическая и механическая обработка – в 3 раза. Измельчение растительного сырья приводит к разрыву клеточных стенок, и с уменьшением размера частиц, например, моркови скорость высвобождения каротиноидов увеличивается. Добавление липидов значительно улучшает биодоступность каротиноидов как из свежих, так и из сушеных овощей.

Основными источниками природных каротиноидов в питании человека являются свежие овощи. Из них морковь является основным источником провитамина А и накапливает высокие уровни β - и α -каротина. При общем содержании каротиноидов 268,64 мг/100 г сухих веществ, количество β -каротина составляет 156,91; α -каротин – 108,53 мг/100 г сухих веществ или 58,4 и 40,4%, соответственно.

В зависимости от окраски моркови содержание каротиноидов изменяется и может составлять, мг/кг сухих веществ:

- желтая – 2—6,
- оранжевая – 98,
- темно-оранжевая – 160,
- красная – 73,
- фиолетово-желтая – 92,
- фиолетово-оранжевая – 40.

Существуют желтые и красные разновидности, которые богаты лютеином и ликопином соответственно (R. K. Saini, Sh. H. Nile, S. Park, 2015; H. Schulz, 2016; Q. Li, T. Li, Ch. Liu, Ju. Chen, R. Zhang, Z. Zhang, T. Dai, D. Ju, 2016; F. Bot, R. Verkerk, H. Mastwijk, M. Anese, V. Fogliano, E. Capuano, 2018; K. Fredea, M. Schreiner, S. Baldermann, 2019; Yu. Gao, A.L. Focsan, L.D. Kispert, 2020; A. Abliz, Ji. Liu, L. Mao, F. Yuan, Ya. Gao, 2021; K. Yao, D. Ju. McClements, Ch. Yan, Jie Xiao, H. Liu, Zh. Chen, X. Hou, Yo. Cao, H. Xiao, X. Liu, 2021; Нилова Л. П., Потороко И. Ю., 2021).

Количество пектиновых веществ (желирующей способностью не обладают) в корнеплодах моркови столовой колеблется от 0,37 до 2,93% сырого вещества (Манжесов В. И., Максимов И. В., Курчаева Е. Е., 2009; Максимов И. В., Попов И. А., Веселева И. Д., 2014). Пектиновые вещества – сложные эфиры полигалактуроновой кислоты и метилового спирта. Полиурониды, состоящие, главным образом, из остатков галактуроновой кислоты, соединены α - (1—4) -гликозидной связью.

В клеточных стенках растений, образованных из целлюлозы, они вместе с гемицеллюлозами выполняют структурные функции, являются цементирующим материалом этих стенок,

объединяют клетки в единое целое в том или ином органе растений. Высокомолекулярные линейные биополимеры, присутствуют в растворимой (растворимый пектин) или нерастворимой (протопектин) форме во всех наземных растениях и в ряде водорослей.

Пектиновые вещества были открыты в 1825 г. Однако, несмотря на то, что их изучение продолжается более 150 лет, химическое строение этих соединений выяснено лишь во второй половине XX в. Причиной этого является трудность получения чистых препаратов пектиновых веществ в неизменном состоянии. Пектиновые вещества способствуют удержанию тканей в состоянии тургора, повышают засухоустойчивость растений и устойчивость овощей при хранении. Размягчение плодов при созревании происходит вследствие изменения количества и качества пектиновых веществ под влиянием пектолитических ферментов.

Пектиновые вещества – аморфные вещества, растворимые в воде (особенно при нагревании), осаждаются спиртом и ацетоном, осадок имеет вид студня. Они довольно устойчивы к кислотному гидролизу. Пектиновые вещества способны образовывать прочные гели и студни, образование которых стимулируется в присутствии сахарозы и органических кислот. Получают пектиновые вещества из различных плодов и очищают многократным переосаждением.

Для количественного определения и установления строения пектиновых веществ, используются обычные методы анализа полисахаридов. Для нерастворимых пектиновых веществ существует общее название – протопектин. Протопектин легко расщепляется, переходя в растворимую форму, поэтому его строение и состав в деталях не известен. Превращение протопектина в растворимый пектин наблюдается при созревании овощей, приводит к уменьшению жесткости, улучшению их вкусовых качеств. В образовании протопектина вместе с пектиновыми веществами участвуют целлюлоза, ионы Ca, Mg, и H_3PO_4 . Протопектин переходит в растворимый пектин после действия на него разбавленными кислотами или ферментом протопектиназой.

Поскольку пектиновые вещества представляют собой природные органические соединения – полисахариды, то и содержатся они в различных количествах в овощах и корнеплодах. Наиболее богаты пектинами овощи – свекла столовая, **морковь**, перец, тыква, баклажаны. Высоким содержанием пектинов характеризуются также овощные соки с мякотью (морковный, яблочно-морковный, томатный).

Содержание пектиновых веществ – важный технологический показатель овощей, влияющий на выход и качество соков прямого отжима. Превращение пектиновых веществ из нерастворимой формы в растворимую и обратно определяет консистенцию мякоти овощей и влияет на извлечение сока при прессовании, то есть на такой важнейший экономический показатель, во многом определяющий рентабельность производства, как выход целевого продукта.

Цигир М. В. и Егорова З. Е. определили количества пектиновых веществ в образцах моркови сортов Нерак, Престо, Дордонь, Нантская 4 и Бангор.

Общее содержание пектиновых веществ в корнеплодах моркови колебалось в пределах от 2,14 до 2,22%, что свидетельствует об отсутствии значимого различия между изучаемыми сортами моркови по данному показателю. При этом наибольшее количество протопектина было обнаружено в сорте Дордонь – 1,77%, а наименьшее – в сорте Нерак – 1,19% (Цигир М. В., Егорова З. Е., 2016).

Морковь является одной из ведущих овощных культур, возделываемых в открытом грунте. Несмотря на значительные объемы производства, достаточно большая доля моркови на российском рынке представлена импортной продукцией. Необходимость ее импорта в значительной степени обуславливается большими потерями продукции на этапе ее жизненного цикла, от уборки до конечного потребителя, которые можно снизить путем совершенствования технологий хранения и переработки.

Морковь традиционно является сырьем для различных способов переработки. Потребительские свойства готовой продукции определяются комплексом факторов, среди которых сле-

дует выделить технологические параметры сырья (химический состав корнеплодов, их физико-морфологические свойства). Считается, что высококачественный корнеплод моркови должен иметь максимально развитую кору (флоэму) и небольшую сердцевину (ксилему). Соотношение ксилемы и флоэмы в лучших образцах соответствует 1:3 по диаметру поперечного разреза, так как каротин и сахара накапливаются в основном в клетках флоэмы, а нитраты в большей степени аккумулируются в ксилеме (Гаспарян Ш. В., Замятина М. Е., Бебрис А. Р. [и др.], 2014).

Уже давно доказано, что морковь необходима как взрослым, так и детям. Но наибольшую потребность в ней испытывают малыши. Это объясняется тем фактом, что период раннего детства связан с формированием организма. В этот период происходит активный рост, физическое и умственное развитие, формирование скелета и зубов. В связи с этим в рацион ребенка должны включаться белки, углеводы, витамины, а также минеральные вещества (Ю. Г. Скрипников, И. В. Барабанов, 2012; Приступко О. В., 2016).

Дальнейшее развитие пищевой и перерабатывающей промышленности в Российской Федерации предусматривает строительство новых заводов и цехов по переработке плодоовощной продукции и создание собственной сырьевой базы. Важная роль в реализации этих задач отводится созданию в небольших городах и сельских поселениях малых предприятий, занимающиеся широким спектром переработки местного сырья. Еще одной актуальной задачей сегодня является совершенствование ассортимента продуктов здорового питания населения за счет расширения использования местной сырьевой базы, в том числе и увеличения рынка морковного сырья (Carotenoids and Human Health, 2013; Костко И. Г., 2016).

В моркови содержатся эфирные масла, которые обуславливают ее своеобразный запах. В моркови так же содержится в небольшом количестве йод. В организме человека и животных каротин превращается в ретинол – витамин А. Минимальная суточная доза витамина А для человека составляет 3300 МЕ, что соответствует 1 мг чистого витамина или 2 г каротина. Всемирная организация здравоохранения рекомендует потреблять в год 120—140 кг овощей, в т.ч. 20 кг моркови. Морковь как источник каротина назначают после инфаркта миокарда. Каротин моркови необходим для нормального роста детей, хорошего зрения, он улучшает состояние кожи и слизистых оболочек. Морковь отличается высоким содержанием натрия и фосфора по сравнению с другими овощными культурами (Назирова Р. М., Усмонов Н. Б., Тухташев Ф. Э., Сулаймонов Р. И., 2019; Назирова Р. М., Усмонов Н. Б., Тухташев Ф. Э., Тожиев Б., 2019; Назирова Р. М., Усмонов Н. Б., Хайтов Р., Тухташев Ф. Э., 2020).

Мякинчиков А. Г. с коллегами изучал товарное качество, безопасность и состав биологически активных веществ сортов моркови Шантанэ 2461 и Нантская 4, выращенных в Краснодарском крае.

Товарное качество корнеплодов сравнивали с требованиями ГОСТа 1721—85 «Морковь столовая свежая заготавливаемая и поставляемая. Технические условия». Установили, что по внешнему виду, вкусу, запаху, размеру и наличию дефектных корнеплодов оба сорта полностью соответствовали требованиям ГОСТа.

Сорт Шантанэ 2461 имел более крупные корнеплоды (наибольший поперечный диаметр 5,4 мм против 4,5 мм у Нантская 4), что обусловило большее количество поломанных корнеплодов и прилипшей земли в партии (0,6 и 0,5% у Шантанэ 2461 против 0,5 и 0,4% у Нантская 4).

Содержание мышьяка и кадмия у обоих сортов было на уровне 0,02 и 0,01 мг/кг, свинца – 0,05 (у Нантская 4) и 0,04 мг/кг (у Шантанэ 2461), нитратов – 85 (у Нантская 4) и 91 мг/кг (у Шантанэ 2461), при допустимом уровне в 250 мг/кг. Наличие ртути, пестицидов и диоксинов у Нантская 4 и Шантанэ 2461 не установлено.

Массовая доля влаги, углеводов, липидов, белков, органических кислот и золы у Шантанэ 2461 было на уровне 88,0; 9,3; 0,1; 1,2; 0,4; 1,0, а у Нантская 4 – 87,0; 10,1; 0,1; 1,3; 0,4;

1,1% соответственно. В составе Шантанэ 2461 преобладали моносахариды (4,12 против 3,40% у Нантская 4), а у Нантская 4 – дисахариды (4,25 против 2,67% у Шантанэ 2461).

Существенных различий между Нантская 4 и Шантанэ 2461 по содержанию пектина (0,31 и 0,29%), протопектина (0,48 и 0,50%), целлюлозы (0,54 и 0,59%) и гемицеллюлозы (1,12 и 1,13%) не установлено.

Сорт Шантанэ 2461 превосходил Нантская 4 по содержанию витамина С, β-каротина, калия, магния и железа, меди, марганца (8,20; 14,2; 274,0; 51,0 мг/100 г и 810, 87, 320 мкг/100 г против 8,05; 13,7; 270,0; 42,0 мг/100 г и 720, 85, 280 мкг/100 г соответственно) и уступал ему по содержанию кальция и цинка (34 и 430 против 30 мг/100 г и 400 мкг/100 г соответственно).

Следовательно, что корнеплоды Шантанэ 2461 и Нантская 4 являются хорошими источниками витамина С, β-каротина, калия, железа, цинка и марганца (Мякинчиков А. Г., Купин Г. А., Викторова Е. П., Алёшин В. Н., Гораш Е. Ю., Великанова Е. В., 2017).

Удельный вес столовой моркови в общей площади овощных культур составляет в зависимости от региона Российской Федерации от 10 до 20%, что соответствует 2-3-му месту после капусты и лука. Потребление корнеплодов моркови всегда было очень высоким, это связано с тем, что она является источником биологически активных веществ и витаминов, так нужных для полноценного питания человека. Особо важна культура в питании детей, и связано это с тем, что она, являясь ценным диетическим продуктом содержащим необходимый набор питательных элементов.

Но и нельзя обойтись без моркови при производстве комбикормов для животных. Возрастает роль потребления корнеплодов моркови для питания людей в зимний и весенний периоды (Курчаева Е. Е., Рязанцева А. О., Максимов И. В., 2016; Манжесов В. И., Максимов И. В., 2018).

Среди корнеплодных овощных растений морковь является наиболее распространенной культурой. Столовую морковь возделывают везде, где возможно овощеводство в открытом грунте, но наиболее широко в Центральном, Волго-Вятском, Северо-Кавказском, Северо-Западном, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском районах.

Столовую морковь употребляют в пищу в сыром и вареном виде, ее используют для приготовления различных приправ, супов, борщей, гарниров, соусов, салатов, винегретов, консервируют, сушат. Морковный сок используют для питания детей, а также как лечебное средство против малокровия и гипертонии. Эфирное масло, содержащееся в семенах, используют при производстве ликеров и в парфюмерно-косметической промышленности. Кормовая и столовая морковь является ценным кормом для всех видов животных, особенно для племенного скота, молодняка и птицы, причем используют не только корнеплоды, но и ботву растений.

В состав углеводов входят сахара (до 50%) – сахароза (53%), фруктоза, глюкоза – и крахмал. В корнеплодах моркови обнаружены цепные аминокислоты: аланин, аспарагин, глутамин, глицин, лизин и др.

Морковь называют кладовой каротина (провитамина А). Особенно богаты каротином корнеплоды с оранжево-красной сердцевиной, в них содержится 15—17 мг% каротина, при благоприятных условиях роста и хранения корнеплодов может достигать 20—27 мг%, у некоторых сортов даже 37 мг%.

Кроме этих витаминов в моркови содержится: пантотеновая (В₃), фолиевая кислота, инозит, тоноферолы. Согласно средним показателям, сумма зольных элементов больше в красной моркови (1%), содержание калия больше в желтой моркови (234 мг%). Также минеральный состав представлен натрием (до 65 мг%), Mg (38 мг%), P (60 мг%) и Fe (1,4 мг%).

Сырая морковь укрепляет десны, варенная рекомендуется при отдышке, кашле, туберкулезе. Препараты витамина А ускоряют заживление ран, ожогов, излечивают фурункулез, экзему, повышают сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям (Перфи-

лова О. В., Бабушкин В. А., Парусова К. В., Евдокимова И. П., 2016; Винницкая В. Ф., Перфилова О. В., 2018; Диков М. В., Данилин С. И., 2020).

Содержание в моркови витамина С в количестве 5 мг/100 г массы играет важную роль для органов кровообращения и обладает антиоксидантным действием к ядовитым веществам, а белок моркови более богат незаменимыми аминокислотами, чем животного происхождения. По содержанию бора морковь стоит на первом месте среди других овощей.

Пюре моркови способствует нормализации давления у больных гипертонией. Ее также рекомендуют употреблять при атеросклерозе, варикозе, инсульте и других болезнях сердечно-сосудистой системы. Она обладает мочегонным и желчегонным эффектом, используется при профилактике желчнокаменной болезни (Абай Г. Қ., Жонысова М. У., Тултабаева Т. Ч., 2019) (Манжесов В. И., Максимов И. В., Курчаева Е. Е., 2009; Максимов И. В., Попов И. А., Веселева И. Д., 2014).

Польза моркови заключается в том, что она укрепляет иммунную систему и очищает сосуды. Также специалисты отмечают роль моркови

в борьбе с различными заболеваниями: малокровие, слабое зрение, туберкулез, астма, болезни сердца и почек. Суточная норма для каждого человека составляет от 50 до 100 г. Лучше всего употреблять морковь

со сметаной, так как она способствует полному усвоению витамина А. Самое полезное содержится в верхней части моркови и кожице (Барышникова Н. И., Паймулина А. В., 2014; Коденцова В. М., Вржесинская О. А., 2017; Чудайкина А. В., Барышникова Н. И., 2019).

1.2. Безопасность корнеплодов столовой моркови

В рационе человека пищевые продукты растительного происхождения занимают особое место. Они отличаются по составу и физиологической значимости для организма человека, являются источником витаминов, микроэлементов, углеводов и белков. Усвояемость и ценность продуктов растительного происхождения зависят, прежде всего, от их доброкачественности и безопасности.

На безопасность данной продукции влияют, прежде всего, различные болезни, пороки сельскохозяйственных культур. Некачественная продукция служит источником заболеваний людей. С целью недопущения реализации недоброкачественной продукции необходимо обязательно проводить ветеринарно-санитарную экспертизу.

В состав пищевых продуктов растительного происхождения (корнеклубнеплоды) входят нужные для организма легкоусвояемые элементы. К обязательным лабораторным исследованиям продуктов растительного происхождения в условиях лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы продовольственного рынка относится определение содержания нитратов и удельной активности радионуклидов.

Содержание нитратов и радиоизотопов не должно превышать допустимые уровни, установленные СанПиН 2.3.2.1078—01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Превышение показателей недопустимо. Малое количество нитратов не представляет угрозы для здоровья животных и людей. Они находятся в продуктах растительного происхождения. Их содержание увеличивается в случае внесения в почву повышенного количества азотных удобрений, птичьего помета и т. д.

В чем же заключается опасность нитратов? В результате обменных процессов в организме человека и животных нитраты превращаются в нитриты. Нитриты по своей природе более ядовиты, чем нитраты. Они долгое время, постепенно откладываются в органах и тканях. Через определенное время их накопление отражается на здоровье человека и животного в виде нарушений метаболизма и появлении различных заболеваний. Например, происходит нарушение деятельности эндокринной железы, возникают онкологические заболевания и др. Основными симптомами интоксикации нитратами является нарушение деятельности сердечно-сосудистой и дыхательных систем.

Григорьева В. В. с коллегами провела оценку качества корнеплодов моркови столовой, выращенных в условиях в Чувашии. Поведены органолептические исследования растительной продукции; определено содержание нитратов и радионуклида ^{137}Cs в растительной продукции.

Органолептические показатели моркови поздней соответствовали требованиям, предъявляемым государственным стандартом. Они имели удлиненную форму, размер по наибольшему диаметру составлял 3—3,5 см. При сгибании корнеплоды ломались, имели специфический запах, сладковатый, нежный, без горечи вкус.

Содержание нитратов в исследуемых пробах корнеплодов соответствовало нормативным показателям СанПиН 2.3.2.1078—01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» и составило $80 \pm 6,24$ мг/кг (ПДК – 250 мг/кг).

Удельная активность радионуклида ^{137}Cs в корнеплодах не превышала допустимый уровень содержания – $32 \pm 4,04$ Бк/кг (ПДК – 120 Бк/кг) (Григорьева В. В., Иванов Н. Г., Тихонова Г. П., Никитина А. П., 2022).

Аккумуляция нитратов является естественным процессом азотного питания растений. Избыточное содержание нитратов в овощной продукции значительно ухудшает ее питательные свойства. Наряду с агрохимическими способами регулирования содержания нитратов в моркови, выбор сортов также может быть эффективным.

Волковой Е. Н. изучено 27 сортообразцов из мировой генетической коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова. Исследования показали, что различия в содержании нитратов в корнеплодах моркови могут варьироваться от 6,1 до 8,3 раза. Выявлены сорта с максимальным и минимальным количеством NO_3^- , при выращивании на повышенном азотном фоне условиях Ленинградской области.

Интенсивное вовлечение в природный цикл технического азота удобрений приводит к увеличению скорости потоков неорганического азота и загрязнению продуктов питания и питьевой воды его минеральными соединениями – нитратами и нитритами. Аккумуляция растениями нитратов является биогеохимическим барьером в их миграции в сопредельные с агросистемой среды. С одной стороны, нитраты являются естественным и необходимым компонентом азотного обмена в растении, а с другой стороны – это один из основных регламентируемых в настоящее время санитарно-гигиенических показателей качества овощной продукции, которая преимущественно употребляется в свежем виде, а также часто является компонентом детского и диетического питания.

Овощные культуры, в том числе морковь, предъявляют высокие требования к азотному питанию. Существуют различные способы оптимизации азотного питания моркови с целью получения устойчивых урожаев экологически безопасной продукции, в том числе за счет выбора сорта.

Основные источники азота в питании растений – азот почвы, биологический азот, технический азот. За счет любого из этих источников может происходить ухудшение качества овощной продукции, в первую очередь за счет избыточной аккумуляции нитратов. Растения способны усваивать азот в разных химических соединениях, таких как нитрат, аммоний, мочевины, аминокислоты и атмосферный азот, что зависит от вида растений, типа почв, погодных условий, системы земледелия и антропогенного воздействия на окружающую среду.

В настоящее время отсутствует единый подход к установлению ПДК нитратов в моркови в различных странах. Так, в Российской Федерации установлено для ранней продукции – 400 мг/кг, для поздней продукции (после 1 сентября) – 250 мг/кг. В Германии ПДК NO_3^- в моркови – 900 мг/кг, в Австрии – 1500 мг/кг. В продукции моркови для детского питания в Германии – 600 мг/кг, в Австрии – 250 мг/кг, в Венгрии и Швейцарии – 400 мг/кг, в странах бывшей Югославии – 100 мг/кг. Такие различия в ПДК объясняют неодинаковыми почвенно-экологическими условиями производства и использования в практике разных стран различных сортов овощных культур, а также товарным предназначением овощной продукции.

Содержание нитратного азота в растениях определяется соотношением между двумя процессами: поглощением растениями минерального азота из почвы и ассимиляцией его в процессах биосинтеза. Поэтому все приемы, направленные на ограничение содержания нитратов в растении, должны быть нацелены на оптимизацию условий роста растений, при котором максимально возможное потребление азота должно сопровождаться наиболее продуктивным его использованием на формирование урожая хорошего качества.

На содержание нитратов в овощных культурах влияют более 30 различных факторов, которые можно сгруппировать следующим образом:

- экологические факторы,
- агротехнические приемы возделывания,
- генетические свойства сорта,
- условия хранения,
- способы кулинарной обработки.

Накопление нитратов различными культурами имеет наследственно закрепленный характер, то есть они обладают сортовой спецификой, которая выявлена у ряда овощных культур. Сортовые различия могут быть обусловлены разной реакцией на условия окружающей

среды и режим минерального питания, а также генетически закрепленным уровнем активности нитратредуктазы, отвечающей в клетке за усвоение нитрат-иона, разной продолжительностью вегетационного периода сортов. Безусловно, каждый сорт любой культуры уникален по своим характеристикам, в том числе и по способности накапливать нитраты.

Сорта моркови характеризуются значительной изменчивостью биохимического состава. У моркови между разновидностями разница в содержании нитратов может достигать 35% и основную роль в накоплении нитратов играют сортовые особенности, а не уровень азотного питания. А по данным бельгийских ученых, при испытании сортов моркови в течение 3 лет не было отмечено определенных закономерностей и разницы по содержанию нитратов. Считают, что сорта этой культуры отличаются по содержанию нитратов в том случае, когда между ними имеются четкие морфологические различия. А так как морфологические признаки растений генетически наследуются, то и уровень накопления нитратов разными сортами моркови должен быть генетически закрепленным признаком.

Причиной сортовых различий в накоплении нитратов морковью может являться и разная их реакция на уровень азотного питания. Накопление нитратов сортами моркови также зависит от анатомического строения корнеплодов, в частности от соотношения тканей ксилемы и флоэмы и должно быть равным соответственно 1:3 (по диаметру поперечного разреза).

При изучении коллекции сортов Всероссийского института генетических ресурсов растениеводства им. Н. И. Вавилова в Московской области, выделена группа образцов моркови с минимальным накоплением нитратов при выращивании на умеренном фоне азотного питания. В среднем их содержание колебалось от 58,6 до 112,9 мг/кг при ПДК 250 мг/кг, а у стандартов Шантенэ 2461, Нантская 4, Лосиноостровская 13 соответственно 58,6; 109,5 и 112,9 мг/кг.

Отдельные образцы имели четкую тенденцию к минимальному накоплению нитратов независимо от лет изучения. Это образцы НИИОХ 336, Parniex, Rosal, Nagono F₁, Kaliber, Kometa F₁, Napoli F₁, Лосиноостровская 13.

Волковой Е. Н. в микрополевым опыте на повышенном фоне азотного питания (N₁₈₀ кг д.в./га), изучена коллекция сортов и гибридов моркови различного географического происхождения, различающихся по морфолого-физиологическим признакам и представляющих основные сортоотипы и разновидности этой культуры: Местная (Япония), Nantes (Швеция), Guerande (Франция), Грибовская (Российская Федерация), Нантская (Болгария), Nantes ½ Long (Италия), Amager (Дания), Rugulus Hal. (Швеция), Amsterdam Sp. (Дания), Nakamura dosan (Япония), Red cored Autumn (Великобритания), Western Red (Австралия), Autumn King (Великобритания), Red Giant (США), Carrino F₁ (Швеция), Vates Tog (Ямайка), Figaro (Нидерланды), Flakkese Jar. (Нидерланды), Famino F₁ (Нидерланды), Flakkese F1 (Нидерланды), Kaliber (Швеция), Pismo (Швеция), Местная (Испания), Giganta (Чехословакия), Silka (Нидерланды), Baby Long (Нидерланды), Autumn King (Великобритания).

Раннеспелые сорта, в отличие от позднеспелых, имели, как правило, небольшую компактную розетку листьев с тонкими черешками. Например, средняя длина наибольшего листа у сорта Baby Long была – 37,0 см, количество листьев – 6,3 шт, а у позднеспелого сорта Autumn King – соответственно – 58,0 см и 8,0 шт.

Коллекционные образцы моркови значительно отличались по размерам и форме корнеплода и листовой розетки, что связано с их скороспелостью и географическим происхождением. Сорта Guerande (Франция) и Thumbelina (США) имели короткий корнеплод (> 10см), остальные сорта – средний (11—15 см) или длинный (> 15 см). Форма корнеплода была круглой (индекс 1,0) у Thumbelina, конической (индекс 2—3) у Nantes, Guerande и Грибовская или цилиндрической (индекс 4—6) у остальных сортов (Артек, Витаминная, Лосиноостровская 13, Kaliber, Silka, BabyLong и другие).

Доля корнеплодов в урожае для некоторых сортов являлась устойчивым признаком, лучшие показатели составляли: 57% у Нантской, 60% у Nakamura gosun, 43—64% у Red Giant, 58—71% у Carrino F₁ и т. д. Сортообразцы моркови при выращивании на одинаковом повышенном азотном фоне значительно отличались по урожайности – в среднем в 3,6 раза.

Некоторые сорта формировали высокий урожай, то есть имели более высокий коэффициент использования элементов минерального питания по сравнению с другими сортами – Грибовская (9,6 кг/м²), Flakkese Jar. (10,6 кг/м²). Минимальный урожай сформировали Red scored Autumn, Figaro. Товарность корнеплодов (соответствие ГОСТу на товарные корнеплоды моркови, предназначенной для употребления в свежем виде) в среднем изменялась от 47 до 85%. Наиболее выровненные по форме и размеру корнеплоды были у сортов Kaliber, Figaro, Flannese.

Сорта Нантская, F₁ Carrino, Western Red (Австралия) выделялись по высокому содержанию сухого вещества в корнеплодах (11,8—12,3%). Изучаемые сортообразцы существенно отличались по этим показателям. Самая высокая сумма сахаров в корнеплодах была у сортов – Amager – 9,4%, Giganta – 9,3%. Максимальное количество каротина содержалось в корнеплодах сорта Vates Top Weight (Ямайка), F1 Famino, BabyLong – 7,2 мг%.

Содержание нитратов в ранней продукции моркови (убираемой до 1 сентября) изменялось от 712 до 117 мг/кг в среднем в 6,1 раза и от 593 до 71 мг/кг в среднем в 8,3 раза в поздней продукции.

У шести образцов содержание нитратов в фазу пучковой спелости превышало ПДК (400 мг/кг), в сентябре – у 13 выше ПДК (250 мг/кг). Максимальное содержание нитратов в ранней продукции накапливали сорта Vates Tog, Giganta, Kaliber, Нантская и другие. Прослеживалась тенденция – сорта, формирующие более высокую биомассу накапливали и больше нитратов (Нантская, AutumnKing, Nantes ½ Long, Giganta), чем другие сортообразцы.

Минимальное количество нитратов как в ранней, так и в осенней продукции аккумулировали сорта Nakamura gosun (Япония) —156—71 мг/кг, F1 Carrino F₁ (Швеция) – 131—145 мг/кг, Famino F₁ (Нидерланды) —141—117 мг/кг, Грибовская – 117—103 мг/кг. Содержание нитратов в осенней продукции в целом было заметно меньше, чем в предыдущую фазу. Можно отметить, что у моркови наблюдалась тенденция к увеличению нитратонакопления у более скороспелых сортов, однако четкой зависимости между аккумуляцией нитратов и длиной вегетационного периода для изучаемых сортов не установлено.

Полученные результаты позволяли сделать вывод о необходимости учета генетических особенностей сортов и гибридов моркови по способности аккумулировать нитраты при разработке экологически безопасных и биологизированных технологий в овощеводстве. Также возможна селекция этой культуры по этому показателю (Ranasihgle R., Marapana R., 2018; Волкова Е. Н., 2020).

Азот – органоген, элемент, входящий в состав всех органов и тканей живых организмов. Круговорот этого важнейшего элемента живого вещества охватывает все составные части геосферы и является одним из основных биогеохимических циклов, обеспечивающих поддержание жизни на нашей планете. Использование минеральных удобрений активизировало изучение механизмов, способов трансформации и накопления нитратов в различных овощах и фруктах.

В настоящее время известно, что сами нитраты, попадающие в организм человека с пищей, не так опасны, как нитриты, образующиеся в результате ряда превращений последних. ВОЗ установила следующий показатель для человека: 3,7 мг нитратов на 1 кг массы тела.

Савкиной Е. О. и Раскатовой Е. А. исследованы корнеплоды моркови сорта Нанская-4, выращенных на участках с различным уровнем освещенности, на содержание нитрат-ионов колориметрическим методом анализа в Уральском регионе.

Наибольшее количество нитратов отмечено в корнеплодах, выращенных на затененном участке, наименьшее количество – на участке с наиболее высоким уровнем освещенности. Выявлено, что в верхней части корнеплодов, выращенных на всех участках, с различным уровнем освещенности, содержание нитрат-ионов меньше по сравнению с нижней хвостовой частью и средней частью (Савкина Е. О., Раскатова Е. А., 2021).

Малхасян А. Б. и Ивановой Ю. В. проведены двухлетние исследования о влиянии биопрепаратов Экориз и Биоплант Флора на качество трёх сортов моркови столовой.

Результаты исследования показали, что на содержание сухого вещества существенное влияние оказывали применяемые биопрепараты Экориз и Биоплант Флора. Наибольшим содержанием сухого вещества отличался сорт Император – 13,5% при обработке биопрепаратом Биоплант Флора. Данный препарат на всех сортах способствовал увеличению содержания сухого вещества. Биопрепарат Экориз повышал содержание сухого вещества в корнеплодах сортов моркови только на 0,2—0,5%.

В среднем по сортам моркови содержание водорастворимых сахаров в корнеплодах контрольных вариантов без применения биопрепаратов было 5,0—5,7%, а при обработке биопрепаратом Экориз содержание сахаров составляло в среднем 5,6—6,4%. При обработке семян и растений сортов моркови биопрепаратом Биоплант Флора содержание сахаров возросло и составило 6,5—7,6%.

Таким образом, наибольшее содержание сахаров было отмечено в корнеплодах сорта Император при обработке биопрепаратом Биоплант Флора – 7,6%, что на 0,8 и 1,6% больше, чем у сортов Кардинал и Сахарный гигант. Установлено максимальное содержание каротина в корнеплодах сорта Император – 11,0 мг на 100 г сырой массы при применении биопрепарата Биоплант Флора.

В корнеплодах сортов моркови содержание нитратов было на уровне 96—125 мг/кг, что ниже установленных норм для данной категории продукции. Использование биопрепарата Биоплант Флора приводило к снижению содержания нитратов в продукции сортов моркови на 9—25 мг/кг. Среди сортов наибольшее снижение нитратов на 25 мг/кг продукции от действия биопрепарата Биоплант Флора было у сорта Император (Малхасян А. Б., Ялович Л. И., 2015; Малхасян А. Б., Нефедова А. Н., 2019; Малхасян А. Б., Иванова Ю. В., 2021).

В условиях крайне напряженной экологической ситуации, сложившейся во многих регионах страны, повышение продуктивности растениеводства должно быть неразрывно связано с контролем качества получаемой сельскохозяйственной продукции. Микроэлементы, поступающие из почвы в растения, влияют на протекание биохимических реакций, изменяя содержание в растениях необходимых для жизнедеятельности веществ.

Однако избыточное поступление химических элементов может стать причиной накопления в растении веществ, опасных для здоровья человека и животных. Продовольственной и сельскохозяйственной комиссией ФАО установлено предельно допустимое потребление нитратов человеком в сутки, которое составляет 500 мг.

Синдиревой А. В., Шойкиной О. Д. и Трубиной Н. К. изучено влияние микроэлементов никеля и цинка на показатели качества моркови столовой.

Известно, что существует прямая зависимость между содержанием сухого вещества и сахаров в растениях. Внесение Ni₂₂ и Zn₃₆ способствовало стимулированию процессов биосинтеза сухого вещества и сахаров в корнеплодах.

Исследования показали, что внесение и применение никеля способствовало небольшому повышению содержания сахара в корнеплодах моркови. Внесение цинка повышало количество общего сахара на 5,9% по сравнению с фоном (Синдирева А. В., Шойкин О. Д., Трубина Н. К., 2016).

Биологические особенности растений, такие как характер распределения в почве корневой системы, продуктивность, продолжительность вегетационного периода, расположение

и опушенность листовой пластинки и стебля, количество и размеры плодов, их опушенность или гидрофобность и т. д. оказывают влияние на накопление в них радионуклидов. Знание особенностей накопления токсикантов играет большую роль для повышения безопасности и культуры питания.

Особенно важно учитывать их для овощей, поскольку у них в пищу используются весьма разнообразные продуктовые органы, различающиеся по способности аккумулировать токсичные вещества. В то же время овощи разных видов являются важнейшими элементами в питании человека. Особенно следует учитывать то, что овощи – основа диетического питания. Они являются источником биологически активных веществ и антиоксидантов, обладают лечебными свойствами, используются для создания продуктов функционального действия. Это определяет особенно строгие требования к экологической безопасности овощной продукции.

Солдатенко А. В., Пивоваров В. Ф. и Добруцкая Е. Г. изучили вопрос о поступлении и распределении в столовой моркови Марлинка и Нантская 4 радионуклидов – ^{137}Cs и ^{90}Sr на базе лаборатории экологических методов селекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства овощных культур.

При изучении образцов моркови столовой отмечено, что закономерности в накоплении радионуклидов в различных частях корнеплода не проявились. Уровень накопления у сортов не совпадал и различался по элементам. Единственная четкая тенденция – максимальное содержание обоих элементов в верхней части корнеплода сорта Марлинка – 1,5 и 1,7 Бк/кг ^{137}Cs и ^{90}Sr соответственно. При анализе продукции моркови столовой по уровню накопления радионуклидов в различных частях, данные по содержанию радионуклидов во флоэме не однозначны. Только по одному сорту Марлинка в большей мере была загрязнена верхняя часть флоэмы. В ткани корнеплодов ксилемы обоих сортов наименьшее содержание обоих радионуклидов наблюдается в верхней части – от 0,2 до 0,6 Бк/кг (Солдатенко А. В., Пивоваров В. Ф., Добруцкая Е. Г., 2015).

2. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ

2.1. Урожайность и качество корнеплодов сортов и гибридов

Морковь столовая – одна из важнейших овощных культур, успешно возделываемых во всех земледельческих регионах Российской Федерации. Она занимает 10% площади овощного поля страны и дает более 10% валового сбора всех овощей открытого грунта.

С внедрением в сельское хозяйство новых агротехнологий возрастают требования к создаваемым F_1 гибридам и сортам. Рынку нужна отборная продукция с товарностью не менее 98% и очень высокого качества, пригодная к переработке и длительному хранению: морковь различных сорто типов и групп спелости с мощной, крепкой у основания листовой розеткой и гладкой поверхностью корнеплода, выровненная по форме и окраске, устойчивая к растрескиванию, пригодная к мойке и шлифовке, устойчивая к болезням.

Из числа зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации 49% – гибриды F_1 моркови столовой. Из них 28% отечественной селекции (селекции Федерального научного центра овощеводства, Агрохолдинга «Поиск», ООО «Селекционная станция имени Н. Н. Тимофеева» и др.), а иностранных фирм («Бейо», «Райк Цваан», «Монсанто» и др.) – 72%.

Как показывает практика, часто зарубежные гибриды F_1 не могут проявить свои ценные хозяйственные признаки на обширной, экологически разнородной территории Российской Федерации.

Для реализации в торговых сетях подходит большое количество сортов и гибридов моркови Агрохолдинга «Поиск», в первую очередь можно выделить такие, как Бейби F_1 , Берликум Роял и Нанте, имеющие наиболее привлекательный для покупателя вид и обладающие превосходным вкусом.

Бейби F_1 – среднеспелый гибрид нантского типа, корнеплоды оранжевой окраски, с нежной, сочной мякотью, великолепного вкуса. Отличается высокой товарностью и однородностью корнеплодов. Пригоден для сухой мойки корнеплодов и фасовки (В. И. Леунов, 2017; О. В. Бакланова, О. Р. Давлетбаева, М. Г. Ибрагимбеков [и др.], 2018; В. А. Степанов, М. И. Федорова, С. А. Ветрова [и др.], 2018; А. Ф. Разин, М. В. Шатилов, Р. А. Мещерякова, 2019; А. Н. Ховрин, М. А. Косенко, А. В. Корнев, Л. М. Соколова, 2019; А. Н. Ховрин, М. А. Косенко, 2020).

В Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации достижений на 2019 год зарегистрировано 150 сортов и 150 гибридов моркови столовой. Российская Федерация является одним из лидеров по селекции сортов моркови, но по созданию и внедрению гибридов моркови лидируют иностранные фирмы. Основное направление селекции моркови – создание гетерозисных гибридов, которые помимо увеличенной урожайности, выровненности и другим параметрам лучше, чем исходные формы переносят неблагоприятные погодные условия, а также превышают существующие сорта по большинству хозяйственно ценных признаков.

Использование гетерозисных гибридов обеспечивает повышение урожайности на 20–25% и более, высокую выровненность корнеплодов, с гладкой поверхностью, пригодных для

механизированной уборки и длительного хранения, что отвечает требованиям современного рынка.

Суть генетических концепций, объясняющих природу гетерозиса, сводится к тому, что причина гетерозиса заключается во взаимодействии наследственных факторов, полученных гибридом от родительских форм с разной наследственностью. Исследования гибридов первого поколения позволяет сделать вывод, что гетерозис у моркови проявляется в повышении урожайности, высокой однородности корнеплодов, раннеспелости и товарности, дружности созревания, повышении устойчивости к болезням, лучшей лежкости при зимнем хранении и другим свойствам, отвечающим требованиям современного рынка.

Традиционное получение инбредных линий и гибридов в селекции моркови столовой – трудоемкий процесс, требующий длительного времени из-за 2-летнего цикла развития растений и инбредной депрессии. Для индукции генотипического многообразия в исходной популяции перспективны биотехнологические методы получения удвоенных гаплоидов.

Репродуктивная система моркови с точки зрения эмбриологии и кариологии отличается примитивной организацией. Соцветие моркови представляет собой сложный зонтик, в основании которого имеется обертка из перистых листочков: цветки мелкие, обоеполые срединные протерандрического типа, лепестки белые, краевые зигоморфные, срединные правильные. Околоцветник простой, пять тычинок и один пестик с двумя столбиками. Завязь нижняя двугнездная с двумя висячими семяпочками. Тычинки и пестик в цветке моркови созревают неодновременно, что почти исключает возможность самооплодотворения в пределах одного цветка. Тычинки в цветках созревают не сразу все, а по очереди. От начала открывания цветков до полного опадания околоцветников проходит 4–12 суток в зависимости от погодных условий.

Опыление моркови перекрестное и осуществляется в основном насекомыми. Цветение начинается с наружных зонтичков, в пределах зонтика – с наружных цветков и постепенно распространяется от периферии зонтика и зонтичков к центру. Наиболее благоприятной для цветения считается температура воздуха 18–23⁰С. Потенциальные возможности репродуктивной системы моркови очень велики – семенное растение может образовывать до 100 тыс. цветков. При этом их реализация в семена составляет не более 30–35%. Доля семян с хорошо развитым зародышем составляет 25–30% от числа завязавшихся.

Применение биотехнологических методов позволяет получить выровненный, разнообразный селекционный материал и сократить в несколько раз период получения гомозиготных генетически стабильных линий (Т. С. Вюртц, Е. А. Домблидес, Н. А. Шмыкова [и др.], 2017; Т. С. Вюртц, Е. А. Домблидес, А. С. Домблидес, 2018; М. И. Федорова, Т. С. Вюртц, 2019).

Овощные корнеплодные растения являются ценными, незаменимыми компонентами рационального питания человека. В ассортиментной структуре рынка овощей столовые корнеплоды занимают 24%. В Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации, допущенных к использованию на 2017 год, зарегистрировано 779 сортов и гибридов корнеплодных культур. Из них 222 – гетерозисные гибриды (28,5%), из которых моркови – 50%.

Корнеплодные культуры – это очень крупная группа овощных культур, которая включает морковь столовую, свеклу столовую, редис, редьку европейскую, редьку китайскую (лоба), редьку японскую (дайкон), репу европейскую, репу японскую, брюкву и пастернак, занимающие значительную долю как в товарном, так и в нетоварном (любительском) овощеводстве. В крупно товарном производстве представлены в основном две культуры морковь столовая и свекла столовая.

За столетие селекционной работы лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов, начиная с «селекционного отдела» Грибовской опытной селекционной станции и кончая ее современным состоянием в структуре Федерального научного центра овощевод-

ства: выведено и улучшено более 62 сортов и гибридов, из них 51 наименований включены в Государственный селекционных достижений последней редакции; 15 сортов являются долгожителем и используются до настоящего времени. За постсоветский период выведено более 30 сортов и гибридов F₁, создан новый исходный материал для селекции, разработаны и усовершенствованы как классические, так и нетрадиционные методы селекции и первичного семеноводства.

На перспективу в соответствии запросами рынка овощной продукции создан исходный материал для получения гетерозисных гибридов и сортов основными свойствами и признаками, выделены новые направления в селекционной работе, обозначены заделы в развитии методов селекции и первичного семеноводства и модернизации схемы селекционного процесса с учетом новых направлений научно-исследовательских работ.

В ассортиментной структуре рынка овощей столовые корнеплоды занимают 24%. В селекционной работе с корнеплодными культурами приходится иметь дело с растениями, принадлежащими к различным ботаническим семействам.

До 1917 года в нашей стране не было ни одного научно-исследовательского учреждения, занимающегося селекцией и семеноводством овощных корнеплодов.

В 1920 году были организованы первые специализированные научно-исследовательские учреждения, работающие с основными овощными культурами: кафедра селекции и семеноводства и станция селекции и семеноводства в Московской сельскохозяйственной академии и Грибовская овощная селекционная опытная станция (в настоящее время Федеральный научный центр овощеводства). Эти учреждения и явились пионерами отечественной научной селекции овощных корнеплодов.

Двадцатые годы характеризуются как время исканий и проверки самих методов селекции столовых корнеплодов, при этом кое-что было позаимствовано у кормовых корнеплодов. Однако селекция кормовых корнеплодов направлена в сторону усиления или изменения двух-трех признаков, при селекции же столовых корнеплодов необходимо получить овощ, который наряду с общей продуктивностью, должен сочетать в себе хорошие вкусовые качества, устойчивость к болезням, лежкость и пригодность к механизированной технологии и переработке.

Работа со свеклой столовой и морковью начала проводится с самого начала возникновения станции – с 1920 года.

Селекционная работа велась по схеме: питомник коллекционных сортообразцов, селекционный питомник, питомник испытания семей. Методы селекции: гибридизация географически отдаленных, но морфологически сходных форм, массовый и индивидуально-семейственный отборы. В качестве исходного материала для селекции столовых корнеплодов были использованы местные сорта и сорта иностранного происхождения.

Уже в середине-конце 20-х годов созданы первые сорта корнеплодных культур для производства, в том числе морковь Нантская 4 и Валерия.

Первоначально (1920—1928 годы) отечественный сортимент складывался из сортопопуляций и гибридных комбинаций, созданных на основе коллекционного питомника в Осорьино (Грибовская овощная селекционная опытная станция), в том числе моркови – Нантская 4, Валерия.

В последующие периоды на Грибовской станции, впоследствии Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур (1931—1977 годы) сортимент пополнился 32 сортопопуляциями, 15 из них находятся в районировании и используются до настоящего времени, в том числе сорт моркови Московская зимняя А515.

Дальнейшее развитие научных основ селекционное дело получило с организацией в 1931 году ВНИИ овощного хозяйства, в состав которого вошла Грибовская овощная опытная селекционная станция.

С 1931 этого года, в течение 25 лет, лабораторией руководил Лауреат Государственной премии С. П. Агапов, который по праву считается создателем отечественного сортимента корнеплодных овощных культур, им создано и улучшено 26 сортов овощных столовых корнеплодов. Под его руководством в годы Великой Отечественной войны был сохранен и восстановлен генофонд сортов моркови, свеклы столовой, редиса, редьки, репы и брюквы.

Селекция моркови проводилась в направлениях: на устойчивость к растрескиванию, интенсивность и однородность окраски, уменьшение размера сердцевины корнеплода, увеличение сухого вещества, улучшение вкусовых качеств и лежкости.

Одновременно с поддержанием и размножением сортов проводились исследования по созданию нового исходного материала методом межсортовой гибридизации с последующим направленным отбором. Наряду с применяемыми методами массового, группового и индивидуального отборов, в селекции и сортоизучении корнеплодных культур широко применялся непрерывный отбор по потомству с анализом по комплексу признаков в основном у растений первого года. С использованием вышеописанных методов создана морковь Московская зимняя А-515 (сортотип Шантенэ), Грибовская с коротко цилиндрическим утолщенным корнеплодом для возделывания на средне-тяжелых почвах и для длительного хранения, скороспелый сорт моркови с почти округлым корнеплодом Парижская каротель.

Некоторые сорта получили широкое распространение во всех регионах Российской Федерации и республиках бывшего СССР благодаря постоянно поддерживающей селекции.

С 1967 года лабораторию возглавлял заслуженный агроном РСФСР Н. А. Рабунец. Под его руководством сотрудники лаборатории работали над размножением и первичным семеноводством 18-ти сортов семи культур столовых корнеплодов.

В это время совместно с А. И. Моховым начаты работы по гетерозисной селекции моркови на основе цитоплазматической мужской стерильности – впервые выделены мужски стерильные растения. К 1970 году было выведено и улучшено всего 27 сортов корнеплодных культур.

По итогам последнего десятилетия коллективом лаборатории совместно с соисполнителями разработаны и усовершенствованы как традиционные, так и нетрадиционные методы селекции. Наряду с традиционными (гибридизация, инбридинг и др.) в селекции столовых корнеплодов использовались биотехнологические методы: технология получения удвоенных гаплоидов в культуре *in vitro* (пыльники, микроспоры, семяпочки), технология микрочлониального размножения, методы гаметной селекции, методы молекулярного анализа и др. Создан богатейший материал для селекции новых сортов, а также гетерозисных гибридов: линии моркови со 100%-ным наследованием признака мужской стерильности в ряде поколений.

С 1978 по 1992 годы руководителем лаборатории являлась доктор сельскохозяйственных наук, профессор М. И. Федорова. Основной задачей на этом этапе стало создание сортов нового поколения и поддержание созданного сортимента. За этот период разработаны и усовершенствованы методологические основы селекции корнеплодных культур на потенциальную продуктивность и устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам; создан генетически богатый селекционный материал по этим и другим за счет привлечения в селекционный процесс более 1500 коллекционных образцов, применения методов поликросса и топкросса, изучение селекционного материала на урожайность по полной схеме селекционного процесса, оценки на инфекционном фоне на устойчивость к болезням. Полученный гибридный материал служит основой выводимых сортов, линий и гибридов F₁ и в настоящее время. М. И. Федоровой с коллективом лаборатории создано более 35 сортов и гибридов корнеплодных культур, в том числе морковь Марлинка.

Под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора М. С. Бунина (1992—2002 годы) разработана и научно обоснована система интродукции из Восточно-Азиатского центра происхождения новых овощных корнеплодных растений – дайкона, лобы, репы

салатной для Российской Федерации. Совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом овощеводства выведен трехлинейный гибрид моркови Марс F₁.

В селекционной работе 90-х годов, при подборе пар и групп сортов для гибридизации, использовался принцип эколого-географической отдаленности, гетерозис на основе ЦМС петалоидного типа; уделялось особое внимание качеству продукции и повышению устойчивости растений к болезням. Создан богатый исходный материал для использования в селекции сортов моркови на повышенное содержание каротина.

В настоящее время коллектив лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов Федерального научного центра овощеводства решает следующие задачи:

– создание гетерозисных гибридов и сортов столовых корнеплодов с качественно новыми хозяйственно ценными генетически обусловленными признаками: стабильно высокой урожайностью, устойчивостью к стрессорам, высокими вкусовыми качествами и улучшенным биохимическим составом (повышенное содержание БАВ) низким накоплением экотоксикантов, пригодных для механизированных технологий.

– разработка и совершенствование теоретических и методических основ селекции и семеноводства корнеплодных культур и поддержания линий гибридов F₁ и сортопопуляций.

Кроме сортов-долгожителей моркови, которые используются до настоящего времени, такие как Нантская 4 и Московская зимняя А-515, широкое распространение в производстве получил новый сорт моркови Минор сорто типа Валерия (Флакк) – среднепоздний, с товарной урожайностью до 60 т/га, отличается высокой выровненностью, пригодный для возделывания на среднетяжелых почвах и длительного хранения, является хорошим сырьем для переработки (пюре). Сорт хорошо показал себя в условиях Смоленской области.

Совместно с лабораторией генетики и цитологии Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства овощных культур выведен новый гетерозисный гибрид моркови Надежда F₁, который относится к сорто типу Нантская, среднеспелый, урожайность достигает 90 т/га; отличается выровненностью и высоким содержанием каротина в корнеплодах, пригоден для промышленной технологии.

Основная задача на перспективу создание новых моделей конкурентоспособных гетерозисных гибридов F₁ с таким комплексом хозяйственно ценных и генетических признаков, которые наиболее полно удовлетворяют требования современных и перспективных агротехнологий (А. В. Чистова, 2018; М. И. Федорова, А. В. Солдатенко, В. А. Степанов [и др.], 2018; В. А. Степанов, 2020).

Кроме того, разработаны и усовершенствованы технологии поддерживающей селекции в первичном семеноводстве овощных корнеплодов. В последние годы для выращивания семенных растений используются малогабаритные теплицы, которые представляют собой замкнутые сооружения, состоящие из металлического каркаса, многолетней пленки и боковой сетки, площадью 320 и 160 м². В этих сооружениях создаются более комфортные условия по сравнению с открытым грунтом для репродуцирования оригинальных и элитных семян.

Кроме хороших регулируемых условий, имеется надежная пространственная изоляция, что особенно важно для сохранения высоких сортовых и урожайных качеств семян перекрестно-опыляемых корнеплодных культур, а также для защиты от некоторых насекомых-вредителей. Лучше всего семеноводческие боксы подходят для энтомофильных растений (морковь, пастернак, корнеплоды капустной группы), которые опыляются шмелями или пчелами. Сроки посадки маточников в малогабаритные теплицы сдвигаются на 15—20 суток раньше по сравнению с открытым грунтом. Урожайность суперэлитных и элитных семян при выращивании в них превышала урожайность в открытом грунте почти в два раза и составила за годы эксплуатации этих сооружений: моркови – 0,3—0,5 т. Всхожесть полученных семян моркови – 80—92%.

Российские сорта и гибриды овощных корнеплодов в большинстве превосходят зарубежные по адаптивности, устойчивости к цветухе; корнеплоды хорошо переносят длительное хранение, резко не снижают урожайность и товарность в неблагоприятных условиях выращивания. Они не уступают зарубежным сортам и гибридам по содержанию биологически активных веществ, отличаются более высокими вкусовыми качествами, в том числе и в переработанном виде.

Однако, следует отметить, что сорта и гибриды зарубежной селекции в сравнении с отечественными имеют ряд преимуществ: они более выровнены, обладают высокой продуктивностью при внесении больших доз удобрений, выносят повышенную пестицидную нагрузку, приспособлены к современным механизированным технологиям: легко убираются машинами, устойчивы к травмированию, пригодны к чистке и мойке. Из числа зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений Россисийкой Федерации 21% – гибриды F₁ моркови отечественной селекции (селекции ВНИИО, ВНИИССОК, ООО «Семко-Юниор и др.), а иностранных фирм (Bejo Zaden, Rijk Zwaan, Monsanto, Vilmorin и др.) – 81,6%.

Новые сорта и гибриды являются генетическими источниками для создания перспективных исходных форм, а новые селекционные технологии позволяют многократно повысить эффективность селекционного процесса овощных корнеплодов, снизить затраты на репродукцию семян категории оригинальные семена и элитные семена, повысить устойчивость и стабильность их производства, создать конкурентоспособные гибриды F₁ и сорта овощных корнеплодов и разработать новые перспективные направления селекции (Т. С. Вюртц, Е. А. Домблides, Н. А. Шмыкова [и др.], 2017; А. В. Корнев, В. И. Леунов, А. Н. Ховрин, 2017; М. И. Федорова, А. В. Солдатенко, В. А. Степанов [и др.], 2018).

Масло семян моркови является источником эссенциальных моно- и полиненасыщенных жирных кислот омега-9 и омега-6, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности организма человека и поддержания его здоровья.

В селекционной работе с морковью в основном используется разновидность европейская каротиновая. Разновидность азиатской моркови (оранжевая и розовая) представляет интерес для создания исходных форм на засохостойчивость и повышение посевных качеств семян.

Современный сортимент, на основе которого создается исходный материал, представлен в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации гибридами и сортами отечественной и зарубежной селекции (287 наименований), а также коллекцией [Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова](#) (около 1000 образцов).

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

Источниками селекционно-ценных признаков являются:

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

– скороспелость: Нантская 4, Rotetta, Little finger, Rossa Linga, Formula и др. сорто типа Нантская (цилиндрической формы) со средним и коротким корнеплодом;

– устойчивость к альтернариозу и фузариозу: Местная Дагестанская, Местная Красноярского края, большинство сортообразцов из Восточноазиатского центра происхождения, группа линий и отечественных сортопопуляций: Московская зимняя А5154, 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, Марс F₁, Олимпиец F₁.

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 Российской Федерации выделяются по комплексу хозяйственно ценных признаков (М. И. Федорова, В. А. Степанов, 2017).

В последние десятилетия конца XX – начала XXI века всё более актуальным становится направление селекции на высокое качество овощной продукции. На государственном уровне принимаются программы, касающиеся здорового питания нации, уделяется внимание диетическим свойствам овощей. В овощеводстве наибольший интерес вызывают публикации, посвященные функциональному питанию.

Протекторные свойства овощной продукции связаны, прежде всего, с антиоксидантными свойствами их компонентов: витаминов, флавоноидов, антоцианов, полифенолов, ряда микроэлементов антиоксидантного действия (например, селен, цинк, медь). В связи с этим в научных исследованиях овощеводов интенсивно развиваются такие направления, как расширение ассортимента овощной продукции, позволяющее сделать питание более гармоничным, сбалансированным; выращивание овощной продукции с повышенным содержанием биологически активных веществ, в том числе и антиоксидантов.

В селекционном процессе всё чаще возникает вопрос об адаптивности новых сортов, поскольку реализации высокого потенциала селектируемого признака препятствует недостаточная его стабильность при ухудшении условий среды возделывания. Некоторые вопросы адаптивности и стабильности показателей биохимического состава продукции моркови столовой представлены в научной литературе.

С целью скрининга перспективного исходного материала для селекции моркови столовой на стабильно высокое качество продукции в Московском отделении Всероссийского НИИ растениеводства совместно с Федеральным государственным бюджетным научным учреждением Федеральный научный центр овощеводства Добруцкой Е. Г., Смирновой А. М. и Молчановой А. В. было проанализировано 100 образцов из 18 стран мира, а также дана комплексная оценка генофонда Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова по проявлению адаптивности и стабильности образцов сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota L.*) по шести биохимическим показателям.

Проведена комплексная оценка среды Московской области, формирующейся при разных сроках посева как фона для отбора моркови столовой при селекции на стабильно высокое качество биохимического состава продукции моркови столовой.

Материалом исследования послужили шесть сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota L.*) селекции Федерального научного центра овощеводства: Нантская 4 (стандарт), Московская Зимняя А515, Марлинка, Марс F₁, Грибовчанин F₁, Минор.

Содержание в моркови столовой суммы каротиноидов составило от 12,93 до 16,27%, моносахаров – от 2,54 до 3,13%, суммы сахаров – от 6,61 до 7,46%, сухого вещества – от 12,50 до 14,12%. Содержание нитратов в среднем за два года – от 124,0 до 341,5 мг/‰.

В результате исследований была выявлена межсортовая и эколого-географическая изменчивость биохимического состава при изменении условий испытаний (годы, сроки, пункты).

Наличие межсортовой и экологической изменчивости у биохимических показателей явилось основанием для определения форм, перспективных для использования в качестве исходного материала при селекции на стабильно высокое качество продукции моркови столовой. Четкой стабильной корреляции между адаптивностью генотипов по урожайности и содержанием показателей биохимического качества продукции в нашем эксперименте не выявлено.

Наивысшей адаптивностью по урожайности характеризовался сорт Марлинка и гибрид Марс F₁, у которого высокие показатели отмечены только по «содержанию суммы сахаров», а по «содержанию сухого вещества и моносахаров» гибрид занял 4 ранг среди других образцов. У сорта Нантская 4 (стандарт) по «сумме сахаров» ранг 5, в то время как по адаптивности урожайности 3 ранг.

Кроме того в исследовании уделено внимание комплексной оценке адаптивных свойств конкретных показателей качества продукции и выделению форм, соответствующих наибольшим значениям адаптивного потенциала.

Среди изученных образцов по высокому потенциалу признака «содержание суммы каротиноидов» выделены сорта Московская Зимняя А-515, Нантская 4 и Минор.

По «содержанию суммы каротиноидов» образцы Марлинка, Марс F₁, Грибовчанин F₁, Московская Зимняя А-515 относятся к интенсивному типу: их реакция на улучшение условий выращивания проявляется в повышении значения признака «сумма каротиноидов» в продукции.

Относительно адаптивного потенциала по показателю «сумма каротиноидов» показано, что сорт Нантская 4 (стандарт) существенно превосходит изученные сорта и гибриды. Это связано в основном с относительно высокой экологической устойчивостью данного признака.

По «сумме сахаров» дифференциация между изученными образцами незначительна, соответствовало среднему уровню изменчивости. Сорт Марлинка обладает высокой селекционной ценностью генотипа по «содержанию суммы сахаров» в связи с превышением по потенциальной продуктивности данного признака.

По потенциалу продуктивности наивысшие значения по «содержанию моносахаров» проявились у гибрида Грибовчанин F₁. Он же обладал высокой селекционной ценностью генотипа по данному показателю, что связано с наиболее благоприятным сочетанием в генотипе повышенного содержания моносахаров по сравнению с другими образцами. Относительная стабильность по «содержанию моносахаров» у гибридов Марс F₁ и Грибовчанин F₁ несколько ниже, чем у сортов.

Среди шести изученных сортов и гибридов высокими показателями параметров адаптивности характеризовались по потенциальной продуктивности признака по «содержанию суммы каротиноидов» – сорта Московская Зимняя А-515, Нантская 4 (стандарт) и Минор; по «содержанию суммы сахаров» – сорт Марлинка и гибрид Марс F₁; по «содержанию моносахаров» – гибрид Грибовчанин F₁.

Источниками наиболее высокой стабильности по «содержанию суммы каротиноидов» являются сорта Нантская 4 и Минор; по «содержанию суммы сахаров» – сорта Марлинка и Московская Зимняя А-515; по «содержанию моносахаров» – гибриды Марс F₁ и Грибовчанин F₁ (Е. Г. Добруцкая, А. М. Смирнова, А. В. Молчанова, 2016).

Морковь (*Daucus carota L. var. sativus Hoffm.*) – широко распространенная овощная культура, возделываемая практически во всех зонах земледелия, включая районы с недостаточным увлажнением. Одно из центральных мест в селекции овощных и бахчевых культур занимает проблема адаптации сортов. Недостаточная устойчивость к экстремальным абиотическим

(зимостойкость, устойчивость к засухе, заморозкам и дефициту влаги) и биотическим (устойчивость к болезням и вредителям) факторам среды приводит к существенному недобору урожаев, снижению качества продукции. В пределах ареала возделывания культуры в продолжение всего периода онтогенеза не бывает только благоприятных или только неблагоприятных условий. Для селекционеров и растениеводов важно знать, какие результаты можно получить по конкретному сорту в разных условиях среды.

Изучение сортового разнообразия в экстремальных условиях является необходимым для выделения исходного материала, пригодного для создания засухоустойчивых сортов и гибридов, характеризующихся комплексом хозяйственно ценных признаков, включая урожайность и качество продукции.

Актуальной задачей является подбор сортов моркови столовой, приспособленных для возделывания на орошении. На Волгоградской опытной станции – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова Прянишникова В. Е. и Хмелинской Т. В. изучен 101 образец моркови столовой коллекции из 36 стран мира. Учеными выявлена разная реакция коллекционных образцов моркови на резкие изменения температурного и водного режимов. В качестве стандарта использовали районированный сорт Шантенэ 2461.

Селекционная работа с морковью столовой селекционерами ведется по многим направлениям, в том числе на получение сортов и гибридов с высокими показателями качества и продуктивности. Основная цель сельскохозяйственного производства – получение стабильных урожаев возделываемых культур, включая районы с неблагоприятными условиями выращивания. Поэтому важно знать потенциальные возможности сорта (гибрида), позволяющие судить о его адаптации, то есть приспособленности к условиям конкретного района (зоны) выращивания. В результате экспериментов была выявлена неодинаковая реакция образцов, проявившаяся в первую очередь в величине урожая корнеплодов моркови.

Большая часть (около 70%) образцов характеризовалась урожайностью от 3,1 до 6,0 кг/м², независимо от страны происхождения. Однако высокоурожайными (6,1—7,9 кг/м²) были только 12% образцов. Это в основном сорта и гибриды из Западной и Южной Европы, США, Австралии и Российской Федерации.

Вместе с тем важным является стабильность урожайности корнеплодов по годам изучения. Из восьми высокоурожайных образцов только четыре характеризовались сравнительно стабильной урожайностью: Несравненная (Россия), Ленинканская (Армения), Asmer Early market (Великобритания) и Консервная-63 (Молдова). Различия урожайности по трем годам исследований у них составила менее 1,0 кг/м². Близки к ним были также образцы Nantes (Италия), Мис (Румыния), Flakkese (Бельгия), All Season (Австралия), у которых размах изменчивости урожая корнеплодов составлял 2,0—2,5 кг/м². По стабильности уровня урожайности корнеплодов выделились также образцы: Rouge Demi-courte obtuse de Guerande (Германия), Red cored (Великобритания), Scarlet (США), Местная (Афганистан), Местная (Тунис), Апшеронская (Азербайджан), Местная (Чувашия, Российская Федерация), у которых колебания по годам составляли 1,0—1,5 кг/м², но по общему урожаю корнеплодов они несколько уступали (на 10—15%) описанным выше сортам.

Также проанализированы данные качества полученного урожая. Выход товарной продукции является важным показателем эффективности производства, а, следовательно, соответствия современным требованиям рынка. На качество урожая моркови в засушливых условиях на орошении влияют количество растреснувших и уродливых, а также пораженных болезнями корнеплодов.

В годы исследований наблюдали сравнительно небольшое поражение посевов моркови болезнями и вредителями, средние показатели поражения составили: мучнистой росой – 2,68 балла, бурой пятнистостью – 0,82 балла, мокрой бактериальной гнилью – 0,36 баллов. Установлено, что заболевания в годы изучения оказали несущественное влияние на товарность продукции.

В большей степени на уровень товарности моркови влияли условия ее выращивания, связанные с неравномерным увлажнением почвы, вызывающие растрескивание корнеплодов. Количество треснувших корнеплодов варьировало от 5,2 до 11,0%, уродливых – от 3,2 до 24,6%. Причем отмечено, что образцы с высокой средней массой корнеплодов более подвержены растрескиванию, чем образцы со средней и низкой массой корнеплода.

Вместе с тем удалось выделить высокоурожайные образцы, характеризующиеся и высокой товарностью продукции. К ним относятся: Нантская (Болгария), Ленинанская (Армения), Danvers (США), Консервная-63 (Молдова), All Season (Австралия), Рогнеда (Российская Федерация). Характерно, что указанные образцы происходят в основном из засушливых районов. Однако образцы Nantes (Италия), Консервная-63 (Молдова) и Местная (Афганистан), несмотря на происхождение из засушливых районов, характеризовались различным соотношением показателей урожайности и товарности корнеплодов. Полученные данные свидетельствовали о разной реакции образцов на условия выращивания, обусловленной их наследственными особенностями.

Наименьшими колебаниями товарности характеризовались Rouge Demi-courte obtuse de Guerande (Германия), Нантская (Болгария), Шантенэ (Украина), Danvers (США), Консервная-63 (Молдова), Hybrid AV 7901 (США) и Несравненная (Российская Федерация).

Значительное варьирование товарности наблюдали у образцов Nantes (Италия), Нантская (Украина), Местная (КНР), Improved Half Long White (Канада), Asmer Early market (Великобритания), Kuroda (Дания), Flakkese All Season (Австралия).

Морковь характеризуется ценным биохимическим составом, в особенности, содержанием β-каротина (провитамина А), обладающим иммуностимулирующим действием и антиоксидантными свойствами. Корнеплоды моркови отличаются также повышенным содержанием сахаров и аскорбиновой кислоты. Вместе с тем, содержание химических веществ в корнеплодах значительно варьирует в зависимости от сорта (гибрида), и в особенности, от условий выращивания, что проявилось при изучении набора коллекционных образцов моркови в засушливых условиях.

Так, содержание сахаров колебалось от 3,0 до 6,85%, аскорбиновой кислоты – от 7,9 до 12,2 мг/100 г, каротина – от 9,5 до 17,9 мг/100 г.

Заслуживают внимания образцы с повышенным содержанием наиболее важных химических веществ. Высоким содержанием (15,0—17,5 мг/100 г) каротина в годы исследований отличались следующие сортообразцы: Местная (Узбекистан), Ameliorée a forcer (Франция), Karotka (Чехословакия), Amton (ФРГ), Polar (ФРГ), Sutton (Индия), Шантенэ (Украина) и Рогнеда (Российская Федерация). Для них было характерно и повышенное содержание сахаров и аскорбиновой кислоты, за исключением образца Karotka, у которого отмечено сравнительно невысокое (4,7%) содержание сахаров.

Невысоким содержанием каротина, аскорбиновой кислоты и сахаров характеризовался сорт Консервная-63 (Молдова), но содержание сухих веществ в его корнеплодах было достаточно высоким, и он был наиболее урожайным при высокой товарности (90,5%) продукции. Выделенные в результате изучения образцы моркови представляют интерес в качестве исходного селекционного материала для условий Волго-Ахтубинской поймы. Особенно ценным материалом являются образцы с повышенным содержанием каротина в корнеплодах (Е. Г. Добруцкая, О. В. Ушакова, А. М. Смирнова, 2015; Т. В. Хмелинская, В. И. Буренин, В. Е. Прянишникова, 2017; В. Е. Прянишникова, Т. В. Хмелинская, 2020).

В условиях муссонного климата юга Дальнего Востока Российской Федерации в результате многолетних селекционных исследований и реализации ряда научных программ селекционерами Приморской овощной опытной станции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» создан новый исходный материал для получения сортов и гибридов столовой моркови с высокими иммунологическими, продуктивными и товарными качествами, повышенным биохимическим составом, устойчивостью к переувлажнению почвы и возбудителям болезней. Созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации высокопродуктивные сорта моркови Тайфун, Суражевская 1, Приморская 22.

На основе использования материнских линий с цитоплазматической мужской стерильностью получен высокопродуктивный межлинейный гибрид моркови Форвард F₁. Результаты научных исследований открывают дорогу к созданию новых высокоурожайных российских сортов и гибридов корнеплодных овощных культур.

Селекционная работа с корнеплодными овощными культурами на начальном этапе состояла из иммунологической оценки исходного материала в коллекционном питомнике (прибрежная агроклиматическая зона выращивания), где ежегодно проходили испытания от 30 до 50 сортообразцов разного эколого-географического происхождения. Огромную ценность представляли практически устойчивые и слабовосприимчивые к заболеваниям образцы, вовлеченные в селекционный процесс в качестве генисточников хозяйственно ценных признаков.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.