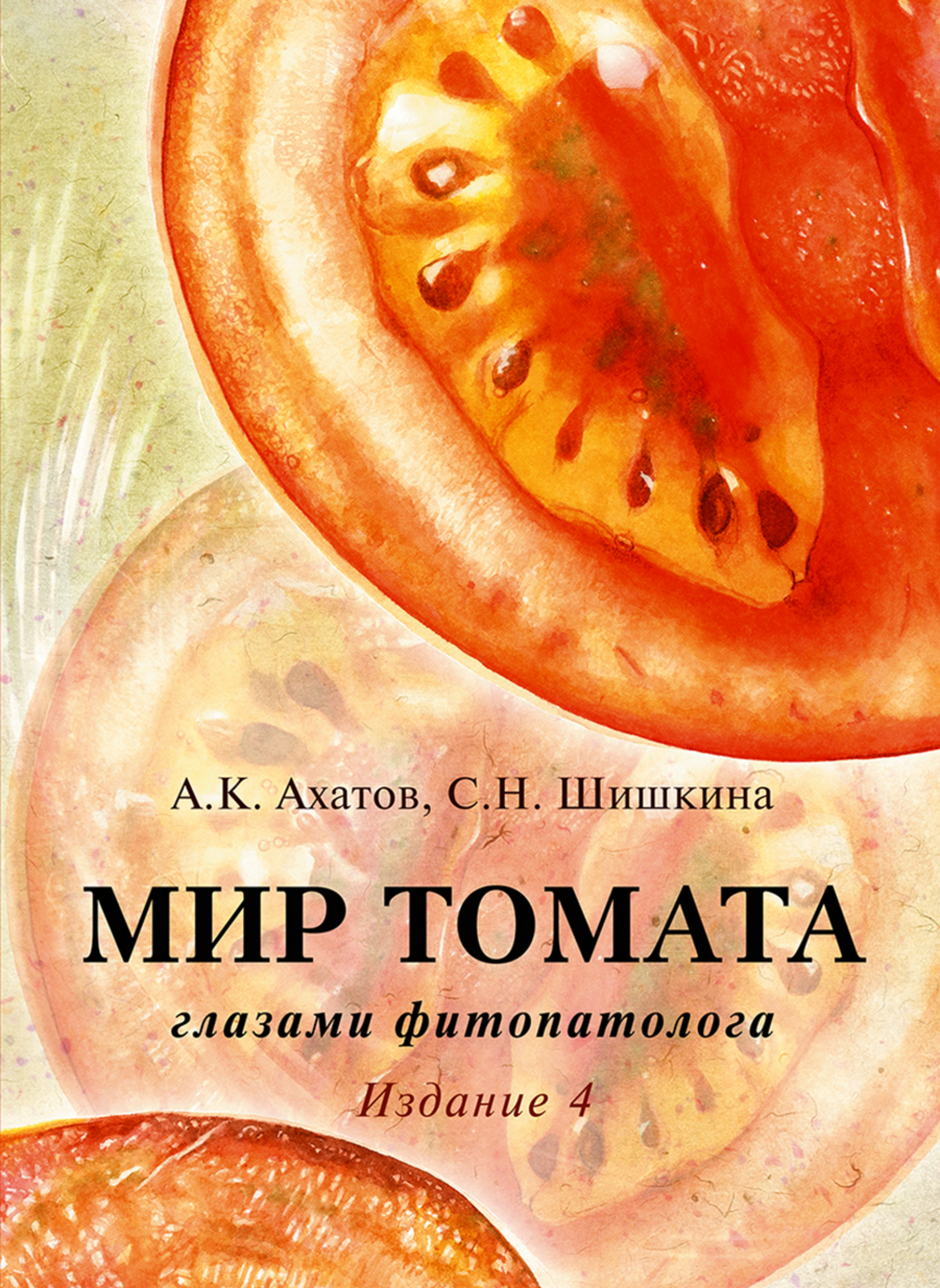


The background of the cover is a watercolor illustration of several tomato slices. The slices are arranged in a layered, overlapping fashion. The top slice is a vibrant red-orange, showing the internal structure with several dark, oval-shaped seeds. Below it, a slice is a lighter, pale pinkish-orange, and further down, another slice is a very light, almost white-pink. The watercolor style gives the illustration a soft, painterly texture with visible brushstrokes and color blending.

А.К. Ахатов, С.Н. Шишкина

МИР ТОМАТА

глазами фитопатолога

Издание 4

А. К. Ахатов, С. Н. Шишкина

МИР ТОМАТА

глазами фитопатолога

*Издание четвёртое,
переработанное и дополненное*

Москва
2021

УДК 632.9
ББК 42.346
А95

Ахатов А. К., Шишкина С. Н.

А95 Мир томата глазами фитопатолога. 4-е изд., испр. и доп. — М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2021. — 374 с.

ISBN 978–5–907372–46–7

Книга «Мир томата глазами фитопатолога» (издание четвертое) представляет собой научно-популярный труд о культуре томата и способах его выращивания с точки зрения специалиста по защите растений и главного технолога тепличного комбината, иными словами — с позиции фитопатолога, энтомолога и агронома. В книге можно найти любопытную информацию и материалы, почерпнутые из различных научных, научно-популярных и художественных произведений. Материалы по биологии томатного растения и защита культуры от болезней и вредителей основываются на собственных исследованиях автора.

За прошедшие пять лет после выхода третьего издания изменился список разрешённых пестицидов, агрохимикатов, а также перечень сортов и гибридов томата. Появились сведения о новых сортах и гибридах, болезнях и вредителях, поэтому появился смысл дополнить книгу новым содержанием. К тому же, после выхода в 2020 г. моей книги «Мир огурца глазами фитопатолога», у меня возникло ощущение, что «Мир томата ...» оказался слабее, прежде всего, с прикладной точки зрения. Поэтому я принял решение привлечь к написанию книги агронома-технолога, с тем, чтобы профессионально описать технологию выращивания томата на минераловатном субстрате с использованием ассимиляционного освещения (на светоккультуре).

В первой главе изложены преимущественно собственные исследования и наблюдения, касающиеся морфологии, анатомии и физиологии томата. Рассмотрено многообразие формы листьев, цветков, а также цвета плодов. Для агронома важно оценить влияние внутренних и внешних факторов на развитие растения в целом и на качество продукции. Этим проблемам также уделено определённое внимание.

Во второй главе рассказывается о способах выращивания томата в теплицах и в полевых условиях и в современной высокой теплице. Много внимания уделено также физиологическим нарушениям и неинфекционным болезням растений, вызванным изменениями микроклимата, нарушением полива и минерального питания. Обширная третья глава посвящена описанию вредителей и возбудителей заболеваний, их вредоносности и мерам по защите растений.

В книге представлено более 1000 оригинальных фотографий, иллюстрирующих мир томата и всё, что с ним связано.

Издание предназначено для студентов и преподавателей аграрных ВУЗов, специалистов в области овощеводства и защиты растений, а также фермеров и любителей-овощеводов.

“World of Tomatoes Through a Phytopathologist’s Eyes” is the fourth edition of a popular science publication where the author explores a tomato biology and cultivation as a plant protection expert or, in other words, from the point of view of a plant protection specialist and chief technologist of a greenhouse complex. In this book, everyone will find interesting information and materials collected from different scientific and popular science sources as well as from fiction. The book includes the results of the author’s research on tomato biology and best practice of pests and diseases control.

Over the past five years after the release of the third edition, the list of permitted pesticides, agrochemicals, as well as the list of varieties and hybrids of tomato has changed. Information about new varieties and hybrids, diseases and pests appeared, so it made sense to supplement the book with new content. In addition, after the publication of my book “The World of Cucumber through the Eyes of a Phytopathologist” in 2020, I got the feeling that “The World of Tomato...” turned out to be weaker, first of all, from an applied point of view. Therefore, I decided to involve an agronomist-technologist in writing the book in order to professionally describe the technology of growing tomatoes on a mineral wool substrate using assimilation lighting.

The first chapter of the book presents mainly his own research and observations concerning the morphology, anatomy and physiology of the tomato. The variety of the shape of leaves, flowers, and also the color of the fruits is considered. It is important for an agronomist to assess the influence of internal and external factors on the development of the plant as a whole and on the quality of products. Certain attention has also been paid to these problems. The second chapter describes the methods of growing tomatoes in greenhouses and in the open field and in a modern tall greenhouse. Much attention is also paid to physiological disorders and non-infectious plant diseases caused by changes in the microclimate, irregularities in watering and mineral nutrition. An extensive third chapter is devoted to the description of pests and pathogens, their harmfulness and plant protection measures. The book contains over 1000 original photographs illustrating the world of the tomato and everything connected with it. The publication is intended for students and teachers of agricultural universities, specialists in the field of vegetable growing and plant protection, as well as farmers and amateur vegetable growers.

УДК 632.9
ББК 42.346

Аскар Камбарович Ахатов
Светлана Николаевна Шишкина

МИР ТОМАТА глазами фитопатолога



Охраняется ГК РФ, часть 4. Воспроизведение всей книги или любой ее части запрещается без письменного разрешения автора и издательства. Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.

ISBN 978–5–907372–46–7

© Ахатов А.К., 2010
© Ахатов А.К., 2021, с изменениями и дополнениями

Сделали это мы, как в видах лучшего освещения вопроса о томатах, так и потому, что уверены, что мы в России не навсегда останемся верными данниками зарубежных культуристов томата...

П.И. Каменоградский
«Томат, его культура и использование», 1905



К ЧИТАТЕЛЮ

Одиннадцать лет назад вышло первое издание научно-популярной книги о мире томата (Мир томата глазами фитопатолога, 2010). Она вызвала большой интерес у овощеводов. Успех книги был связан с тем, что в ней довольно подробно было рассказано о биологии томатного растения и о тех изменениях, которые с ним происходят во время болезней, при повреждении вредителями или из-за ошибок выращивания. Появились новые или ранее неизвестные сведения о биологии томата. Новые болезни и вредители проникают на нашу землю, а порой известные вредители и патогены меняют свои «привычки» и становятся опасными для культуры. Кроме того, читатели замечают огрехи, которые не сразу видны. Чаще всего это технические ошибки, связанные с трудностью верстки книг с большим числом иллюстраций.

Через два года (в 2012 году) вышло второе издание (Мир томата глазами фитопатолога, 2012). Объём книги увеличился, были исправлены технические ошибки и какие-то неточности. Материал о мире томата накапливался. В 2016 г. подошло время для третьего издания. Наконец, перед вами обновлённая книга, переработанная и дополненная новыми сведениями о томатных растениях, об их болезнях и вредителях. При написании я старался опираться на собственный опыт, наблюдения, а также лите-

ратурные сведения там, где это было необходимо. Однако включение в текст технологии выращивания томата на светокультуре было обусловлено желанием придать книге большую практическую ценность.

К какому читателю адресована книга? Она предназначена, прежде всего, нашему агроному, производителю овощной продукции, маркетологу, студенту и просто любознательному человеку.

Вашему вниманию предложена книга, в которой рассказывается о культуре томата, начиная с основ, с его биологических особенностей. Автору захотелось самому изучить это интересное растение — томат. Результатом стало самостоятельное изучение морфологии, анатомии и биологии, как здоровых растений, так и поражённых болезнями, с симптомами, вызываемыми вредителями и возбудителями болезней. Любознательному читателю будут интересны вопросы, связанные с многообразием форм плодов, которые, кажется, рассмотрены в этом аспекте впервые, и, как часто бывает в таких случаях, их трактовка носит субъективный характер. Не все читатели с ней согласятся, но определённый научный интерес эта проблема имеет. Во 2-й главе дано описание симптомов избытка и дефицита элементов минерального питания, рассмотрены и объяснены причины развития многих неинфекционных заболеваний томата. В 3-й главе можно



найти развёрнутое описание основных болезней и повреждений вредителями, мерам по защите растений. Ранее эти вопросы в таком объёме не рассматривались в отечественной литературе.

Предлагаемые защитные мероприятия основаны как на собственном опыте, так и на рекомендациях, почерпнутых из литературных источников. Вопросы технологии выращивания томата даны в общем виде, агрохимические аспекты преимущественно заимствованы из литературных источников и рекомендаций фирм-производителей. Здесь они приведены для того, чтобы основной справочный материал по этой теме был под рукой у читателя. Здесь вы найдёте множество авторских фотографий, иллюстрирующих те или иные аспекты строения томатного растения, а также его болезни и вредителей. В тех случаях, когда используется фото других авторов, это обязательно указывается в конце книги.

Здесь хотелось бы отметить принципы подхода к выбору фотографий. Многие из них, особенно иллюстрирующие морфологические и анатомические особенности строения томата, сделаны через обычный микроскоп или бинокулярную лупу, поэтому их качество не всегда отличное, но представленная картина будет узнаваема большинством пользователей этих приборов. В тех случаях, где необходимо продемонстрировать детали строения с высокой чёткостью, приведены фотографии, выполненные Владимиром Николаевичем Чижовым в ИПЭЭ РАН.

Наверняка не удалось охватить все аспекты заявленной обширной темы — мир томата. Всё-таки взгляд фитопатолога специфичен из-за того, что ограничен определёнными рамками. Конечно, что-то осталось непонятым или непознанным, не на все вопросы найдены ответы. Со временем, надеюсь, диагностика и видовая идентификация возбудителей болезней и вредителей станет инструментальной. Уже сейчас можно заказать ИФА и ПЦР диагностику. Однако для отбора проб и проведения этих анализов недостаточна квалификация большинства агрономов. Но это поправимо. Думаю, в ближайшее время ситуация исправится.

Процесс познания постепенен, и любая монография должна совершенствоваться, пополняться новыми сведениями и идеями, которые приносят новые люди, или когда практика настоятельно требует ответа. Поэтому у книги появился ещё один автор.

Ежегодно публикуется множество статей и книг о томате, технологии его выращивания, генетике, устойчивости к болезням и многом другом. Но при этом самая обычная информация о биологических особенностях этого вида выпала из сферы внимания авторов и недостаточно хорошо известна не только любителям, но и профессиональным овощеводам.

Среди культурных растений томат является, пожалуй, самым изученным видом. Хорошо и довольно полно составлена его генетическая карта, подробно описана биология, известны разнообразные его потребительские свойства и влияние на них климатических факторов, режима минерального, воздушного и водного питания, известна потребность его в свете и многое другое. Эти знания были реализованы во множестве сортов, предназначенных для выращивания в самых разных условиях, в многообразии технологий выращивания и использования плодов. Но всё-таки чего-то не хватало. Я чувствую, что до сих пор нужна книга, рассказывающая о биологии томата как ботанического вида, о способах его выращивания, о болезнях и вредителях, мерах защиты культуры, о рекомендованных сортах и гибридах.

Автор выражает благодарность своим коллегам и уникальным специалистам, с кем посчастливилось работать, советоваться и находить правильные решения, особенно тем из них, кто взял на себя труд прочитать и высказать свои суждения о содержании книги или отдельных её глав: Сергею Сергеевичу Ижевскому, Григорию Фёдоровичу Монахосу, Вячеславу Алексеевичу Лудилову, Алексею Александровичу Шарову, Евгению Аскарновичу Ахатову, Светлане Ильиничне Игнатовой, Галине Михайловне Кравцовой, Февзи Сеидовичу Джалилову, Алексею Николаевичу Смирнову, Ольге Вобловой, Владимиру Ивановичу Леуну, Илье Олеговичу Камаеву и Марите Гайлите.

Аскар Ахатов





Семко • Семко



СЕМЕЙНЫЕ ЦЕННОСТИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ У КАЖДОГО

F1 ЧЕРРИ от ЮРИЯ



F1 ЧЕРРИ САВВА



F1 ЧЕРРИ МАКСИК



F1 ЧЕРРИ ИРА



F1 ТАТЬЯНИН



F1 ЯСИК



**30
лет**

SEMCO.RU

**19 ИЮЛЯ 2021 ГОДА СЕМКО ОТМЕЧАЕТ СВОЁ 30-ЛЕТИЕ!
ВАШ ПРОВОДНИК В ВОЛШЕБНЫЙ МИР СЕМЯН**

Опытный ботаник часто с первого взгляда различит растения Африки, Азии, Америки и Альп, но сам затруднится сказать, по какому признаку. Не знаю, но есть что-то грозное, сухое, мрачное в облике АФРИКАНСКИХ растений, гордое и благородное у АЗИАТСКИХ, яркое и блестящее у АМЕРИКАНСКИХ ...

*Карл Линней,
«Философия ботаники», 1751*



Введение

Томат как нельзя лучше демонстрирует правоту линнеевских слов. Это типичный «американец». Правда, красоту и размер, блеск и вкус ему придали европейцы, но родившийся в Америке — настоящий американец!

Сейчас с томатом связана целая индустрия, сотни тысяч людей производят свежие помидоры и томатопродукты, миллиарды потребляют его. Мир томата и помидора стал обширен. В нём известно более 10 000 сортов и гибридов, отличающихся цветом, размером и формой плодов, высотой и типом роста растений, морфологией листьев, цветков, соцветий, стеблей и т. д.

По данным ФАО томат занимает первое место среди овощных культур по площади возделывания, а это более 4 млн. га. В 2019 г. больше всего томатов выращивали в Китае (более 1 млн. га) — 62,76 млн. тонн в год, в Индии (более 500 тыс. га) — 19,0 млн. тонн, в Турции 12,84 млн. тонн (более 200 тыс. га), в США (около 200 тыс. га) — 10,86 млн. тонн, в Египте (около 200 тыс. га) — 6,75 млн. тонн, в Италии — 5,25 млн. тонн, в Иране — 5,24 млн. тонн. Всего в 2009 г. в мире было произведено 158,4 млн. тонн плодов томата, а в 2011 — более 160 млн. тонн. Отмечено, что ежегодный прирост производства томата в мире составляет 3%.

Более 39 млн. тонн плодов пошло на производство томатной пасты, соусов, солений и различных консервов. Большую часть плодов используют в свежем виде. Производство томатной пасты составляет приблизительно 600 тыс. тонн.

Россия в 2019 г. находилась на 12-м месте, было произведено 3,015 млн. тонн, что на 1 млн. тонн больше, чем за 9 лет до этого. Интересно, что в 1978 г. СССР занимал первое место в мире по производству томата, выращивая 7,6 млн. тонн. В теплицах производство томата ежегодно растёт. По оценкам специалистов ИКАР в 2020 г. оно составило 609 тыс. тонн («Итоги 2020 года», 2021). Я ограничусь этими фактами, так как статистическая информация в странах СНГ не отличается большой точностью и определённой.

Среди овощных культур томат занимает одно из ведущих мест. Ароматные, привлекательные, радующие своим вкусом, цветом и формой плоды, разнообразные консервы и соленья из помидоров, томатная паста, сок, кетчупы, салаты и блюда во многих национальных кухнях — всё это определяет популярность томата как овощной культуры. Но томатное растение ещё может использоваться для защиты растений от сосущих вредителей: настои и отвары его листьев издавна используют на приусадебных участках.

История происхождения томата и появления его в разных странах частично забыта или недостаточно изучена. Некоторые интересные исторические эпизоды помогут нам плавно войти в этот мир и проследить, хотя бы фрагментарно, путь превращения дикого островного растения с мелкими зелёными плодами в распространённую овощную культуру, выращиваемую, кажется, уже по всему свету.

Многие отечественные авторы примерно одинаково излагают историю культуры томата (Эдельштейн, 1944; Жуковский, 1964; Жученко, 1973; Гавриш, 2003). Центром происхождения вида принято считать Галапагосские острова, откуда он попал на материковую часть Южной Америки.

Предковая форма, называемая *Solanum (Lycopersicon) esculentum* var. *cerasiforme*, дала начало культурному томату, который стали выращивать в Южной Мексике (Жученко, 1973). Местное мексиканское население называло это растение «tumantla» или «tomati». Испанцы в 1523 г. после завоевания Мексики на кораблях Кортеса привезли в Европу семена многих диковинных растений, в том числе и томата. Первоначально плоды этого растения в Европе называли яблоком любви (pomo' idea), позже ему дали имя — «pomi d'oro», предложенное итальянским ботаником Р. Matthioli. Таким образом, в Европе помидор появился примерно 485 лет назад, где его выращивали в ботанических коллекциях и аптекарских огородах. Оба

названия — томат и помидор равноценны и имеют равные права на существование.

Только в XVIII веке началось возделывание томата как овощного растения. Сначала в Сирии, Аравии, Эфиопии и Египте. Постепенно он разошёлся по всему миру. Английские повара начинают добавлять помидоры в суп, а в 1758 году появились первые рецепты блюд из помидоров, которые, как утверждают знатоки, можно найти в популярной тогда британской поваренной книге Ханны Гласс «Искусство кулинарии».

В 1772 году испанский художник Луис Эухенио Мелендес написал две картины «Натюрморт с огурцами и помидорами» и «Натюрморт с голубем», на которых можно увидеть ранние художественные изображения томата (рис. 1). Это ребристые, плоскоокруглые плоды розово-красного цвета, т.е. ко времени создания картин с томатом уже была проведена большая селекционная работа, в результате которой плоды сильно отличались от привезённых в Европу в XVI веке округлых плодов золотистого цвета. Кстати, утверждение, что в Европу были привезены плоды именно этого цвета, мне представляется спорным. Но об этом чуть позже. Обратите внимание — на картине Л. Мелендеса помидоры красные.

Помидоры постепенно начинают появляться на рынках Европы, а с 1793 г. они стали обычны на рынках Парижа, в 1800 г. их уже можно было встретить на рынках многих европейских городов.

В США томат как овощная культура стал известен значительно позже, начиная с 1832 г., но это не помешало американским селекционерам и овощеводам быстро преуспеть в селекции томата и выйти на первое место в мире по объёму производства его плодов.

В России помидор появился во второй половине XVIII века, где его долгие годы, как в своё время и в Западной Европе, выращивали как декоративное растение. Вот как описывают историю появления томата в российской столице: «В разгар лета 1780 года мудрёный южный плод прибыл в Петербург в шикарном экипаже, под усиленной охраной, и с лёгкой руки придворных по городу быстро распространилась весть о том, что к царице “пожаловать изволили из самого Рима” очень уж знатный синьор Помидор. Екатерина II удостоила южного гостя высочайшей аудиенции. Вкус плодов понравился императрице. В сопроводительной записке сановник указывал: “Итальянцы очень любят такой фрукт и называют его помодоро, что означает золотое яблоко”». (Ю. Белопухов «Из российской истории томатов»). В том же 1780 году появилось упоминание о томате в России в словаре Кириока Кондратовича.

Если считать 1780 год официальным годом появления томата на российской территории, то история его культивирования в нашей стране насчитывает менее 230 лет. Точные же сроки появления культуры в России трудно определить. Как ни странно, главная причина этого — отсутствие



Рис. 1. Мелендес Л.Э. «Натюрморт с голубем»

точных критериев определения границ государства. Они слишком часто меняются...

Культура не сразу понравилась нашим предкам. Именовали помидоры тогда «псинками», «бешеными ягодами», «греховными плодами», что уже само по себе свидетельствует об отношении народа к ним. В то же время в южных пределах Российской Империи помидор был известен раньше. Самарские и Астраханские историки считают, что помидор как съедобное растение в их краях был известен уже в 1700 году. Товарное производство томата в Астраханской губернии началось в середине XIX века, а потом продвинулось вверх по Волге и Дону. Позднее здесь сформировались наиболее крупные центры возделывания томата. Стали говорить о Сызранских и Кривянских помидорах, но, к сожалению, нет подробной истории появления томата в этих местностях.

В 1785 году в книге «Физическое описание Таврической области по её местоположению и по всем трём царствам природы» «любовные яблоки» числятся уже среди «поваренных и других в огородах произрастающих растений; ... сеются оные в садах около Бахчисарая, а употребляются в пищу давно и различным образом».

В XIX веке на Черноморском побережье Кавказа, в Крыму и на Ставрополье томат становится привычным овощным растением и входит в состав повседневных блюд. Например, в повести А.П. Чехова «Дуэль» (1891), действие которой происходит на Кавказе, можно встретить описание одного из таких блюд, чем-то напоминающее английские супы XVIII века:

«... кухарка подала им рисовый суп с **томатами**. Лавский сказал:

— Каждый день одно и то же. ... один я почему-то обязан есть эту сладковатую бурду. ... Этот суп похож вкусом на лакрицу».

Эти несколько фраз свидетельствуют о том, что в конце XIX века томат уже был хорошо знаком не только местным жителям, но и приезжим господам из С.-Петербурга, хотя использовался как-то однообразно, т.е. не все его достоинства были тогда хорошо известны. Кстати, примерно к этому же времени (1886) относится появление картины Винсента ван Гога под названием «Натюрморт с макрелью, лимонами и помидорами». Если внимательно рассмотреть нарисованные им помидоры, то можно заметить наличие у них плодоножек. Видимо продавцы уже в то время понимали, что сбор томатов с плодоножками способствует лучшей их сохранности.

В конце XIX века помидоры в промышленных масштабах выращивали не только в южных регионах России, но и на Урале, в Костромской, Вятской и Вологодской областях, а также в Минусинске и Томске. Наш замечательный селекционер С.М. Рытов в 1926 г. в своей статье «Томаты. Их культура, консервирование и переработка» отмечал, что «... размеры потребления томатов возрастают ежегодно. Если в 1913 г. в Москву было привезено 50 вагонов, то в 1924 г., только до 15 октября, без учёта урожая местных огородов — 286 вагонов», из которых «через Ленинград в Москву привезли 2000 пудов датских помидоров». Причём раннеспелые сорта (их тогда называли **примёрами**) и позднеспелые (гардифы) привозились из южных стран или с Черноморского побережья Кавказа. В России же, особенно на юге, возделывались летние томаты, которые плодоносили с середины июня до осенних заморозков. Основным поставщиком в центр России свежей продукции из открытого грунта на многие годы стала Астраханская область. Однако южные помидоры заканчивались в конце августа, но столичные жители могли вкушать свежие помидоры на прилавках до декабря. Этот результат стал возможен благодаря стараниям «одного из самых передовых подстоличных огородников А.И. Кoryтова, у которого под томаты ежегодно занимается на его огороде, за Нарвской заставой, несколько десятин» (Каменогородский, 1905). Томаты выращивали в парниках и в теплицах в коловой культуре или на шпалере.

Посевные площади в России ежегодно росли: в 1930 г. было занято около 80 тыс. га, в 1937 г. — более 400 тыс. или 19% от всех земель под овощами. Причём у колхозников под томатами на приусадебных участках было занято почти 40% земли, а количество выращиваемых сортов перевалило за 500.

В начале XX века Михаил Шолохов в романах «Тихий Дон» и «Поднятая целина» упомянул несколько раз помидоры. Например, один из героев «Поднятой целины» «не успел осенить себя крестным знамением и прошептать “свят, свят”, а ему уже снова снится, что он с сыном Семёном, с Агафоном Дубцовым и другими однохуторянами бродит по какой-то огромной плантации: под руководством одетых в белое молодых женщин-надсмотрщиц они рвут помидоры».

Научная селекционная работа с паслёновыми культурами в нашей стране началась в 1920 году, когда была создана Грибовская овощная селекционная опытная станция. На базе интродуцированного из США сорта Бизон вскоре были созданы холодостойкие урожайные сорта, в частности, известный сорт Грунтовый грибовский 1180 и штамбовые сорта томата с низким заложением цветочной кисти, что позволило продвинуть область возделывания культуры на север Нечерноземья (Алпатъев, 1963).

*Первый детерминантный сорт Бизон был получен в США в семеноводческой компании «Burpee Seed» в начале XX века, где было обнаружено мутантное растение с детерминантным типом роста (эта рецессивная мутация впоследствии была названа **self pruning**). После скрещивания мутантных растений со скороспелым сортом Red River среди гибридов 2-го поколения были выделены скороспелые детерминантные линии, которые и послужили основой для выведения низкорослого сорта Бизон (Yeager A.F., 1927).*

Дальше всё пошло как по накатанной дорожке. Совершенствовались технологии выращивания, увеличивался объём производства, расширилась география культуры, выросло количество сортов. Кстати, этот последний показатель не отличается большой точностью. Ещё в 1905 году П.И. Каменогородский писал: «В наших русских каталогах сорт этот не встречается, а может быть и скрывается, как это часто бывает, под каким-нибудь другим названием». Следовательно, издавна повелось, что количество названий сортов в каталогах больше числа реальных сортов.

В литературе и живописи первой половины XX века томату уделено мало внимания, его изображают редко и как-то обыденно и неинтересно. Среди живописных произведений мне понравилась серия из 9 натюрмортов, имеющих одно и то же название «Plant de tomate», написанных Пабло Пикассо в оккупированной Франции в августе 1944 года. Критики расценивали эти картины как не имеющие большой художественной ценности, так сказать, технические. На картинах изображено одно и то же растение томата, растущее в вазоне в течение 2-х недель, в так называемой горшечной коловой культуре. От картины к картине внешний вид томата по мере созревания постепенно изменяется: на растении уменьшается количество листы, а плодов становится больше.

Если посмотреть на эту серию рисунков с биологической точки зрения, то можно предположить, что часть плодов — партенокарпические, медленно созревают, оставаясь зелёными, причиной этого могли быть неблагоприятные условия, сложившиеся с конца июня

до середины июля 1944 г. Два помидора на средней кисти покраснели и созрели. Последующие плоды развиваются нормально, т.е. условия культивирования улучшились.

У этого ряда картин, конечно же, не только биологический смысл. Почему-то думается, что художник, начавший писать их за месяц до освобождения Франции от фашистов, хотел как-то отразить изменение настроений у людей. Он сам писал, что всё нарисованное им во время войны имеет к ней непосредственное отношение. Смена общей цветовой гаммы картин от глубоких серо-голубых теней на первой картине серии до общего оранжевого цвета последней, быть может, отражает рост надежд на скорую победу и освобождение от оккупантов. Хотя в действительности, может быть, художник просто нашёл объект для рисования...

В Европе в послевоенный период начинает интенсивно развиваться тепличное овощеводство, этот процесс не мог не коснуться и нашей страны. В 60–80-х годах прошлого века в СССР началось строительство крупных тепличных комбинатов, площадь которых к началу 90-х достигала 3 тыс. га, выросло и производство овощных культур, в том числе томата. Новые технологические условия дали толчок для развития селекции, появилось много новых сортов и гибридов томата с высокими товарными качествами. Эта тенденция продолжа-

лась до начала 90-х годов. Затем последовал период спада тепличной отрасли, количество стеклянных теплиц резко сократилось и до сих пор сокращается, как и производство овощей в закрытом (защищённом) грунте.

В нынешних условиях в России наметились следующие тенденции в развитии производства томата:

- началось обновление тепличной отрасли,
- крупные хозяйства перестали оказывать существенное влияние на объём производства томата в закрытом грунте.
- В стеклянных теплицах рентабельнее выращивать огурец, поэтому уменьшение производства томатной продукции сохраняется.
- расширился ассортимент выращиваемых томатов; стали больше спрашивать и производить кистевые, сливовидные, грушевидные, коктейльные и вишневидные томаты самой разнообразной окраски.
- восстанавливаются и реконструируются консервные заводы, которые дали толчок к увеличению объёмов производства томатов в открытом грунте, причём замечен рост интереса к выращиванию экзотических по форме и цвету плодов для цельноплодного консервирования.

Эти тенденции нашли своё отражение и в современном изобразительном искусстве, чего просто нельзя не заметить. Авторы интересуются главным образом разнообразием форм и цвета плодов (фото 1–01).



Фото 1–01. Томатное разноцветие (фото — Алёна Ручка)

ТЕНДЕНЦИИ В СЕЛЕКЦИИ ТОМАТА

Многообразие и полиморфизм томата являются результатом длительной селекционной работы многих людей, но следует учесть, что целенаправленная народная и научная селекция этой культуры насчитывает всего четыре века, в то время как селекция капусты, которой свойствен тот же уровень полиморфизма, длится уже третье тысячелетие.

В новейшей истории наметились следующие основные направления в селекции:

- Создание отдалённых гибридов культурного томата с родственными видами для обогащения генома хозяйственноценными признаками (для повышения устойчивости к опасным заболеваниям и вредителям; для увеличения в плодах витаминов, органических кислот и сахаров; для увеличения лёжкости, скорости созревания, способности расти при пониженной температуре и для большей урожайности).
- Развиваются программы по получению сортов и гибридов для механизированной уборки,

специально создаются сорта для разнообразных способов консервирования плодов, для получения высококачественной томатной пасты.

- В рамках Baby Program создаются специальные сорта с небольшими плодами, хорошим вкусом и высоким содержанием витаминов для детского и диетического питания.
- Развитие молекулярной биологии (пока в экспериментальных целях) позволило получить некоторые новые гибриды томата не традиционными методами селекции, а с использованием генной инженерии. Эти гибриды пока не распространены в связи с отсутствием законодательной базы для их использования в большинстве стран мира, поэтому перспективы их выращивания туманны. Например, этими методами были получены растения с повышенным содержанием антоциана за счёт добавления соответствующего гена из львиного зева, интерес также вызывает гибрид томата и земляники. Но вся эта экзотика пока представляет собой лишь игру воображения молекулярных биологов.

Планируя эту книгу, хотелось обобщить имеющиеся данные по технологии выращивания томата, включая защиту его от вредителей и болезней. Однако поразительное многообразие форм, цвета, аромата и вкуса плодов, интересная морфология и анатомия растения заставили уделить больше внимания томату как ботаническому виду.

Мне кажется, что люди, тесно связанные с выращиванием томата, многого не знают о нём и, как следствие, недопонимают природу этого то ли фрукта, то ли овоща. Если посмотреть на проблему утилитарно с сельскохозяйственным уклоном, то недостаток информации влечёт за собой неоправданные затраты человеческого труда, средств и энергии на получение продукции. Незнание сортового состава, недооценка или неправильное понимание новых направлений в селекции приводят к ограничению использования одних сортов и многократному тиражированию других. Мир томата велик, а мы, к сожалению, используем лишь малую его часть. Предлагаю всем желающим окунуться в этот мир и вместе искать ответы на вопросы, возникающие в процессе узнавания. Возможно, что полученные знания помогут заинтересованному овощеводу выбрать адаптированную технологию возделывания культуры, найти ответы на многие вопросы и получить в оптимальные сроки плоды, отвечающие требованию рынка или вкусам взыскательного потребителя.

Для этого давайте сначала поближе познакомимся с биологическими особенностями томата, с его систематическим положением (знание родственников может оказаться полезным, у них ведь можно что-то позаимствовать). Сведения по морфологии, анатомическому строению и физиологии облегчат понимание сущности здорового растения, его слабых и сильных сторон. Знание нормального состояния томата поможет на практике быстро выявить начало развития болезни, скорректировать технологию его выращивания и сделать осознанным выбор способов и методов лечения растений.



Глава 1

БОТАНИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОМАТА



НЕМНОГО О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ ТОМАТА

Большинство авторов считает, что томат произошёл от вишневидного родственника, который произрастал на Галапагосских островах и на Тихоокеанском побережье Южной Америки, сейчас это территории Перу, Эквадора, Чили (Храпалова, 2001). Виды этого рода встречаются в Мексике, в предгорьях Перу, Эквадора и на Галапагосских островах.

Томат является представителем семейства паслёновых (*Solanaceae*). Линней отнёс его к роду *Solanum* L. (*S. lycopersicon*), однако уже в 1768 г. Philip Miller выделил его в новый род, из-за чего томат приобрёл новое имя — *Lycopersicon esculentum*. В 1881 г. томат переименовали в *Lycopersicon lycopersicum* (L.) H. Karst. Однако в ботанической литературе закрепилось старое название. Согласно исследованиям ДНК хлоропластов и хромосом, которые, как полагают, дают возможность проследить филогенетическую связь видов (ДНК хлоропластов передаётся только по материнской линии), было выявлено большое сходство рода *Lycopersicon* с родом *Solanum*, поэтому новое современное нам название томата культурного вновь совпадает со старым линнеевским — *Solanum lycopersicum* L. (Багирова, Игнатова, 2009). Этот факт будем учитывать, но в отечественной и зарубежной литературе используют старое название *Lycopersicon esculentum*, которое остаётся пока наиболее употребляемым.

Согласно современной классификации, построенной на принципах эволюционного родства, в подсекции *Lycopersicon*, входящей в род *Solanum* L., выделено 17 видов (Peralta, Spooner & Knapp, 2008).

В отечественной литературе пока в основном пользуются классификацией, основанной на хозяйственно-ценных признаках рода, предложенной Д. Д. Брежневым (Брежнев, 1964).

В пределах рода им было выделено 10 видов, в том числе и культурный томат *Lycopersicon esculentum*. Из других представителей рода наиболее изучены *Lycopersicon pimpinellifolium* Dun. (томат смородиновидный); *Lycopersicon cerasiforme* Dun. (томат вишневидный, с двугнёздным плодом размером до 2,5 см); *Lycopersicon pyriforme* Dun. (томат грушевидный); *Lycopersicon humboldtii* Dun. (ликopersикум Гумбольдта); *Lycopersicon peruvianum* Dun. (томат перуанский, имеющий соцветия короче 15 см, цветки свободно расположенные, колонка пыльников обычно изогнутая, плоды с зелёной сердцевинкой); *L. cheesmanii* (оранжевоплодный). Эти виды зачастую служат источниками генов для культурного томата, который по сути уже превратился в культивированный вид, содержащий довольно много генов от представителей секций *Lycopersicon* и *Solanum*.

Первоначально селекция томата была направлена на отбор экземпляров с крупными плодами, которые естественным образом могли встречаться в природе за счёт скрещивания близких видов и подвидов. Формы с многонёздными плодами отбирались для последующих скрещиваний (Тимофеев, Крючков, 1971, 1972).

Культурный томат включает 3 подвида (Брежнев, 1960): ssp. *spontaneum* Brezh. (дикий), ssp. *subspontaneum* Brezh. (полукультурный) и ssp. *cultum* Brezh. (культурный).

Дикий подвид (ssp. *spontaneum*), состоит из двух разновидностей: var. *eupimpinellifolium* (смородиновидный) и var. *racemigerum* (кистевидный). Растения этих разновидностей имеют ветвящиеся неопущённые стебли, листья слегка асимметричные, перисто-рассечённые, доли листа сердцевидные, цельнокрайние или тупогородчатые, с небольшим числом промежуточных долек и долек. Соцветия простые. Плод представляет собой небольшую ягоду с мелкими семенами без волосков.

Полукультурный подвид (*ssp. subspontaneum*) включал 5 разновидностей: *var. cerasiforme* (вишневидный), *var. pyriforme* (грушевидный), *var. pruniforme* (сливовидный), *var. elongatum* (удлинённый) и *var. succenturiatum* (многогнёздный). Длина стеблей достигает 120–180 см, средне- и сильноветвящиеся, густо облиственные, прямостоячие или лежащие, голые или покрытые волосками. Листья всех размеров, разной степени рассечённости; листовые доли длинные и заострённые. Соцветие может быть простым или сильно разветвлённым, длинным или коротким, мало- или многоцветковым. Завязь шаровидная, удлинённая, гладкая или ребристая, двух- или многокамерная. Плод вишневидный, грушевидный, сливовидный или плоский, сильно сегментированный, массой от 15 до 50 г. Семена довольно крупные и покрыты волосками.

Культурный подвид (*ssp. cultum*) объединял почти все культивируемые сорта, с массой плодов от 40 до 400 г. Растения культурного томата имеют восходящие, лежащие или прямостоячие стебли. Листья непарноперисторассечённые, могут быть и гладкими и морщинистыми. Соцветия самые разные: простые и сложные, мало- и многоцветковые. Цветки средней величины и крупные. Плоды округлые, плоские и ребристые, мало- и многокамерные, с разнообразной окраской (Нагайцев, 2003). Семена покрыты волосками и имеют размер более 1,5 мм (фото 1–64).

Подвид включал в себя 3 разновидности (фото 1–02): *var. vulgare* (томат обыкновенный, нештамбовый), *var. grandifolium* (крупнолистный) и *var. validum* (штамбовый). Сравнительно недавно в процессе создания сортов для комбайновой уборки появилась ещё одна разновидность томата (Руководство по апробации, 1982). Автором её является А. В. Алпатьев (1964), который скрестил

растения крупнолистного и штамбового томата и выделил во втором гибридном поколении (F_2) гомозиготы по рецессивным аллелям генов *c* и *d*. Эта четвертая разновидность была названа штамбовой крупнолистной, или полуштамбовой — *var. validi grandifolium* Al. (Крючков, неопублик.).

К разновидности *vulgare* относят нештамбовые растения от карликовых детерминантных до высокорослых индетерминантных. Они имеют сравнительно тонкие лежащие стебли, обыкновенные слабо гофрированные листья, форма и цвет плодов отличаются наибольшим разнообразием. К этой разновидности относится большинство сортов и гибридов томата. У рассады этой разновидности с течением времени наблюдается ускорение ростовых процессов за счёт удлинения междоузлий (Нагайцев, 2003).

К другой разновидности — *grandifolium* (томат крупнолистный) — относят растения со слабо и сильно гофрированными листьями картофельного типа и с преимущественно плоскими и плоскоокруглыми плодами. В культуре известно несколько сортов из этой группы: *Бычье сердце*, *Розовый гигант* и т. п.

К штамбовым томатам — *var. validum*, относят компактные, сильно облиственные растения, высота которых варьирует от карликовой до средней. Число пасынков невелико, листья с короткими черешками и сближенными долями, сильно гофрированные (фото 1–09, б), тёмно-зелёного цвета, стебли прямостоячие, толстые. Из этой группы известно несколько сортов: *Волгоградский 5/95*, *Астраханский*, *Штамбовый Алпатьева*.

В каждой разновидности всё разнообразие сортов объединено в группы сортоотипов, которые принято обозначать римскими цифрами. По характеру роста растения делят на 2 группы: детерминантный и индетерминантный (Апробация, 1982):

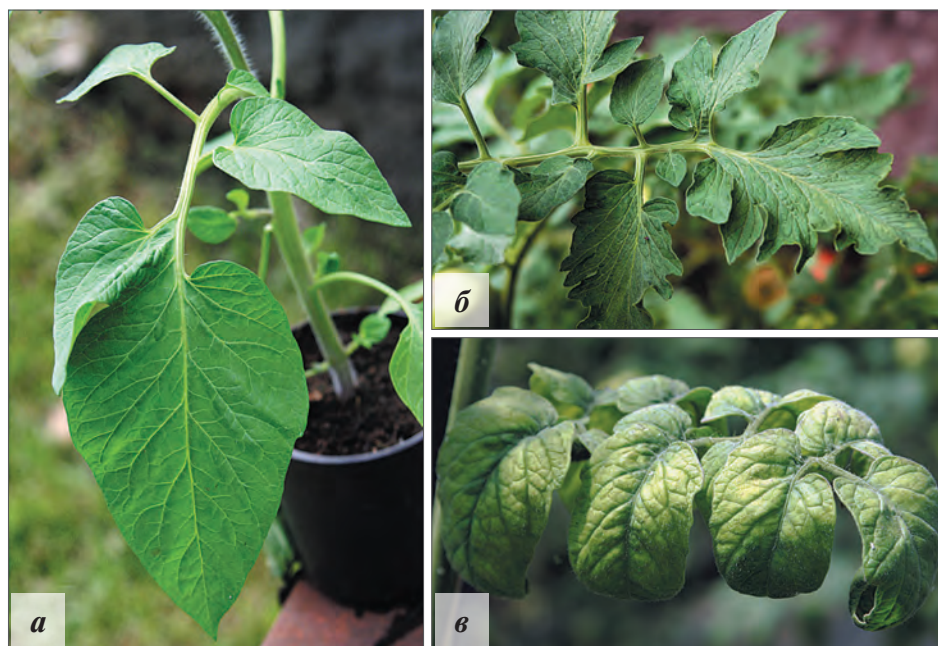


Фото 1–02.
Отличия разновидностей
томата по листьям:
а — *var. grandifolium*,
б — *var. vulgare*, в — *var. validum*

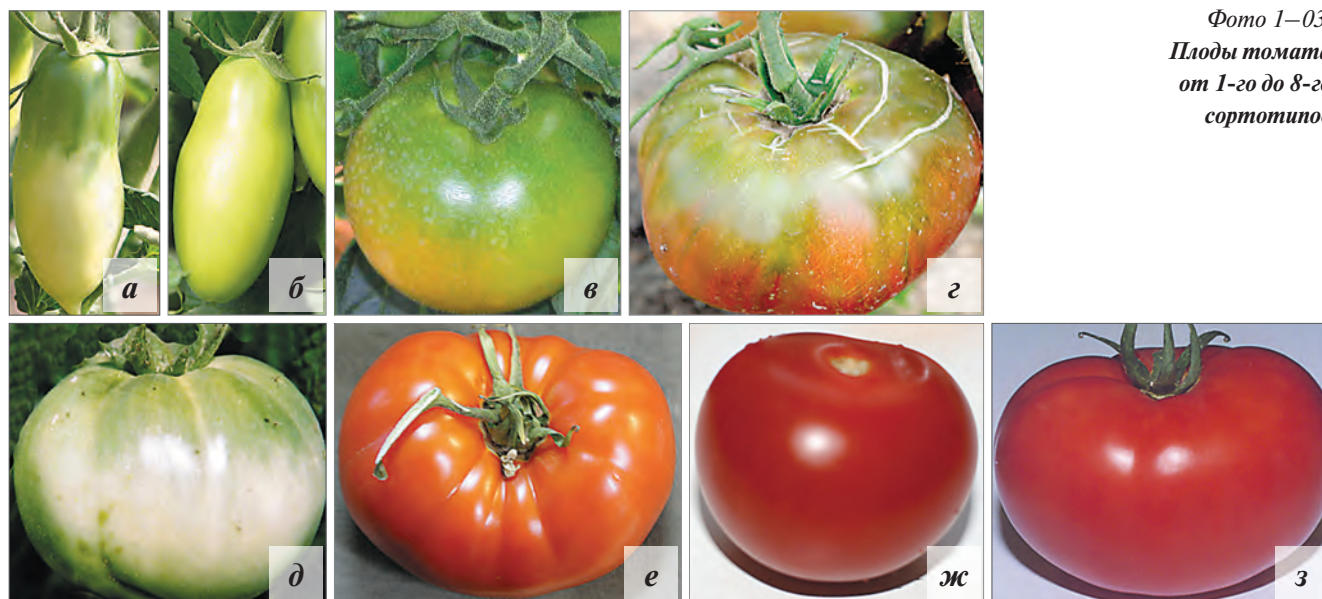


Фото 1–03.
Плоды томата
от 1-го до 8-го
сорто типов

I томат обыкновенный (детерминантный),
II томат обыкновенный (индетерминантный),
III томат крупнолистный (детерминантный),
IV томат крупнолистный (индетерминантный),
V томат штамбовый (детерминантный),
VI томат штамбовый (индетерминантный).

В каждой группе выделено по 8 сорто типов, состоящих из сортов, объединённых по сумме морфологических и хозяйственных признаков (обозначаются арабскими цифрами). Принципы формирования сорто типов во всех группах одни и те же.

1-й и 2-й сорто типы (фото 1–03, а, б) объединяют сорта с плодами малого и среднего размера, которые в основном используют для цельноплодного консервирования (сливовидной, грушевидной, пальцевидной формы). Различие сорто типов основано на окраске незрелого плода. У растений 1-го сорто типа плоды в незрелом состоянии зелёные, с тёмным пятном у плодоножки, а у 2-го сорто типа — зеленовато-белые, светло-зелёные или жёлто-зелёные, равномерно окрашенные (без зелёного пятна у плодоножки).

Сорто типы 3-й, 4-й и 5-й (фото 1–03, в, г, д) объединяют сорта с плоскоокруглыми плодами, в незрелом состоянии они имеют зелёную окраску, с тёмным пятном у плодоножки. Основные различия этих сорто типов — габитус растения, размер плода и продолжительность вегетационного периода. Сорта 3-го сорто типа ранние и очень ранние, растения слабо развиты, плоды мелкие и среднего размера. Сорта 5-го сорто типа поздние и очень поздние, растения мощные, плоды крупные. Сорта 4-го сорто типа занимают промежуточное положение по этим признакам.

Растения 6-го сорто типа (фото 1–03, е) имеют плоские и плоскоокруглые плоды, сильно ребристые и деформированные, иногда с корковидным пятном на вершине.

Сорто типы 7-й и 8-й (фото 1–03, ж, з) объединяют сорта с округлыми и плоскоокруглыми плодами, в незрелом состоянии имеющими зеленовато-белую, светло-зелёную или жёлто-зелёную окраску, без тёмно-зелёного пятна у плодоножки. Основные различия этих сорто типов следующие: сорта 7-го сорто типа ранние и среднеранние, растения слабоветвистые, плоды среднего размера. Сорта 8-го сорто типа поздние и очень поздние, растения более мощные, плоды крупнее.

В странах Америки и Западной Европы предпочитают классификацию Рикка с соавторами (Rick C. M., et al., 1976). Позднее Рикк с соавторами (Rick C. M., Leterrot H., Philous J., 1990) предложил ключ к определению видов в пределах рода *Lycopersicon*. В качестве дифференциаторов были использованы морфологические признаки растений: окраска мякоти плода, их размер и камерность, размер семян, некоторые особенности строения листа, стебля и цветка.

Сравнительно недавно появилась система рода *Lycopersicon*, предложенная И. А. Храпаловой (1999, 2001). В ней род *Lycopersicon* (Tourn.) Mill. состоит из 3 подродов, 10 видов, одного подвида, одной группы разновидностей, 24 разновидностей и 60 подразновидностей. В основу систему положены морфологические признаки, тип роста растений и цвет плодов. Данная классификация охватывает известное в настоящее время разнообразие и может, по мнению автора, успешно использоваться при классификации новых форм рода (Храпалова, 2001). На первый взгляд, это слишком детализированная система, требующая постоянного дополнения в связи с появлением новых форм и окрасок плодов, возникших в ходе селекционного процесса. Но в этом и её преимущество.

Известна классификация рода *Lycopersicon*, в которой выделяют 100 видов и подвидов томата (Kuang Kozen, et.al., 1978). Вероятно, современная

классификация, основанная на сходстве строения ДНК, внесёт ясность в этот вопрос и позволит в скором времени построить правильную систему, которую примут все. Современное название томата — *Solanum lycopersicum*.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СКРЕЩИВАЕМОСТЬ РАЗНЫХ ВИДОВ ТОМАТА

Скращивание *Solanum lycopersicum* с другими видами и подвидами возможно, хотя и трудоёмко. Оно позволяет, с одной стороны судить о степени родства разных систематических групп, а с другой — получить дополнительные гены, детерминирующие хозяйственно-ценные признаки.

Скращивание бывает успешным только в случае использования культурного томата в качестве материнского. Гибриды, полученные от скращивания культурного и перуанского видов, обычно несут признаки культурного томата, их гибридность доказывается сильным расщеплением во втором поколении. Напротив, гибриды с волосистым томатом имеют признаки дикорастущего родителя и отличаются мощным ростом, густым опушением и мелкими несъедобными плодами (Махалова М.Р., 1970).

Возможна гибридизация культурного томата с близким видом *Solanum pennellii*, что ещё раз доказывает генетическое сходство родов *Lycopersicon* и *Solanum*.

При скращивании представителей разных подродов наблюдается односторонняя совместимость, и то если в качестве материнского компонента используется подвид красноплодных томатов. В пределах одного подрода и между подвидами скращивание идёт легко, например, культурный томат скращивается со смородиновидным и кистевидным томатами, давая плодовитое и многосемянное поколение (Крючков, не опубликовано).

ПРИВИВКА РАСТЕНИЙ И ПОПЫТКИ СОЗДАНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ГИБРИДОВ ТОМАТА

«Но, помимо всех этих попутных идей, была у Гладышева ещё и такая, которой решил он посвятить всю свою жизнь и посредством её обессмертить свое имя в науке, а именно: вдохновлённый прогрессивным учением Мичурина и Лысенко, надумал он создать гибрид картофеля с помидором, то есть такое растение, у которого внизу росли бы клубни картофеля, а наверху одновременно вызревали бы помидоры. Будущий свой гибрид Гладышев назвал в духе того великого времени “Путь к социализму”, или сокращенно “ПУКС”».

В. Войнович

*«Жизнь и необычайные приключения
солдата Ивана Чонкина»*

Прививка, или иначе — трансплантация, медленно, но всё-таки входит в практику выращивания тепличного томата. Трудности освоения этой технологии были разного рода, но в основном они были связаны с наследством лысенковской агробиологии. У нас какое-то время одно выражение «вегетативный гибрид» вызывало негативную реакцию. Наверное, поэтому в современное овощеводство технология прививки растений с большим опозданием пришла с Запада, хотя работы по этой тематике велись в нашей стране ещё в 30–40-е годы и были обобщены и опубликованы И. Е. Глушченко (1948).

Попытки получения вегетативных гибридов томата предпринимались неоднократно. Была настоящая битва, цель которой — доказать возможность получения методом прививки вегетативного гибрида, у которого появились бы признаки одновременно подвоя и привоя.

М. В. Алексеева писала о работах по созданию вегетативных гибридов томата: «В 1933 г. автор этих строк работала научным сотрудником на Всесоюзной радикологической (корнеизучающей) станции. На 1934 г. была запланирована тема: “Трансплантация (прививка) в семействе паслёновых. Весной сорт томата был привит на 12 видов этого семейства. Однажды две работницы, обслуживающие опытный участок с привитыми растениями, внезапно заболели. Скорая помощь в институте им. Склифосовского определила острое отравление атропином. Когда женщины пришли в сознание, они сказали, что съели по одному плоду томата, привитого на дурман (датура страмониум). Проверка показала, что во всех плодах привитых томатов был атропин. Следовательно, в привитое растение томата (привой) перешёл атропин, вырабатываемый корнями дурмана (подвоя). От привитых растений были получены семена и посеяны. К удивлению, каждый из 12 подвоев оказал свое влияние на потомство, что проявлялось в разных отклонениях — в форме куста, листьев и скороспелости. Наиболее существенным было изменение формы плода от прививки на дикорастущий солянум дулькамара. У привитого томата кисть была сложная, плоды крупные и круглые. У подвоя кисть двусторонняя, плоды мелкие (до 2 см длиной, 1 см шириной), удлинённые. Из семян от привитого томата выросли растения, у которых кисть была двусторонняя, плоды удлинённые, как крупная слива». Таким образом, было выдвинуто предположение о получении вегетативных гибридов.

Вегетативная гибридизация — одна из центральных концепций лысенковской агробиологии, согласно ей прививки растений ведут к образованию вегетативных гибридов, которые при дальнейшем семенном размножении привоя сохраняют черты растения, на которое были привиты (подвоя), приобретённые в результате прививок. Возможность получения таких гибридов

была доказана на современном уровне, но при этом оказалась возможной передача только генов хлоропластов и митохондрий; наследственный материал хромосом не обобществлялся, а растения представляли собой сросшиеся организмы, или химеры.

«... должно получиться, — с надеждой вздыхает Гладышев. — Да ты сам посмотри. Стебель получается вроде картофельный, а на листе нарезь, как на томате. Видишь?»

В. Войнович

Влияние подвоя на привой бесспорно, так как не только метаболиты способны перемещаться из подвоя в привой. При реализации технологии прививки в качестве подвоя (фото 1–21) следует использовать такое растение, которое не изменяло бы химический состав плодов культурного томата и обладало бы комплексом хозяйственно-ценных признаков, обеспечивающих получение повышенного урожая и минимальные потери от болезней.

Такие подвои найдены среди дикорастущих видов томата. Несколько семеноводческих фирм предлагают эти сорта для подвоев, о чём будет более подробно сказано ниже.

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ТОМАТНОГО РАСТЕНИЯ

«Развитие корневой системы и надземной массы взаимно обусловлено. Рост листьев возможен при условии снабжения их растворами питательных веществ, подаваемых корневой системой; точно так же и новообразование корневой системы будет протекать нормально лишь в том случае, когда листья будут снабжать пластическими веществами корни. Вслед за ростом корней идёт усиленное образование листьев. Так, например, у томата при апрельском посеве цветы появляются после 7–8 листа, иногда после 5–6 (очень редко) или после 10–11 листа. При зимней тепличной культуре цветы появляются после 14–17 листа. Чем хуже условия освещения, тем позже образуются цветы. Цветение и плодоношение у однолетних растений идут вслед за образованием листового аппарата, после каких-то качественных изменений в самом растении, связанных с условиями питания растений. Некоторые учёные склонны видеть причинную связь между плодоношением и гормональной деятельностью растения».

В. Эдельштейн, 1944

С точки зрения традиционной ботаники, культурный томат — это травянистое растение класса двудольных, подкласса губоцветных (Lamiidae), семейства паслёновых (Solonacea). Его исходная форма, по-видимому, была многолетним перекрёстноопыляющимся индетерминантным растением. В настоящее время это самоопыляющееся растение, возделываемое в полевых условиях и в теплицах как однолетняя культура.

Воображение жителей северных стран возбуждает информация о томатных деревьях, выращиваемых в теплицах некоторых стран, в частности, в Японии. Но в этом нет ничего необычного, любой индетерминантный томат можно выращивать более года, при этом длина растения может превышать 10 м. Нужно только создать благоприятные условия для роста, плодоношения и закрепления растения в пространстве.

Томатное растение имеет характерное строение: стержневой корень, очерёдное листорасположение, основной и боковые стебли, простые или сложные соцветия и плоды. Рассмотрим морфологические и анатомические особенности каждого органа, для чего нам понадобится микроскоп и бинокулярная лупа.

Внутреннее и внешнее строение растения является результатом закономерного развития наследуемых признаков. Но не надо забывать, что, изменяя внешние условия (меняя агротехнику), мы нарушаем естественный ход развития растения и формируем нужный нам габитус, изменяем скорость созревания плодов, интенсивность цветения и пр. Если же вредители и болезни нападают на растение, то его морфология и анатомия изменяются ещё более радикально. В этом разделе как раз показано нормальное строение и характер его изменений под влиянием технологических приёмов, неблагоприятных факторов внешней среды и фитопатогенных организмов. Более подробно об этом будет рассказано в следующих главах, здесь же эта тема только обозначена.

КОРНЕВАЯ СИСТЕМА томата стержневая и в начале жизни растения имеет выраженное моноподиальное ветвление (фото 1–06, а, б). От главного корня в определённой последовательности отходят корни первого порядка, которые, в свою очередь, разветвляясь, образуют корни второго и третьего порядков. Как первые, так и вторые покрыты массой корневых волосков.

Корень томата имеет типичное строение (фото 1–05). Снаружи в растущей части корня находится ризодерма (фото 1–04, б). В зоне всасывания значительная часть клеток ризодермы имеет корневые волоски (фото 1–04, в), выполняющие функцию поглощения воды и минеральных веществ. По мере роста всасывающая функция передаётся молодым клеткам, образующимся на кончике корня, а клетки ризодермы отмирают, заменяясь перидермой (фото

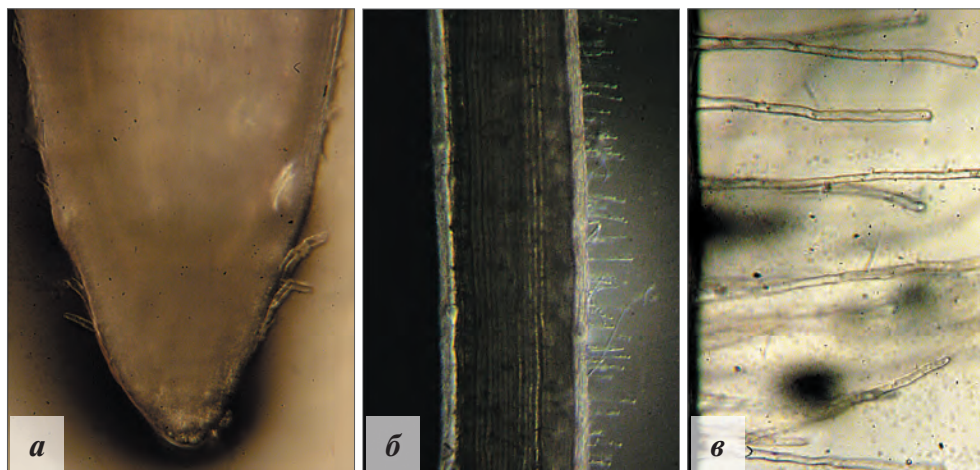


Фото 1—04.

Строение молодого корня томата:

- а* — зона корневого чехлика,
б — зона всасывания корня
 (ризодерма),
в — корневые волоски в зоне
 всасывания

1—05, б, 3), которая состоит из живой паренхимы и отмирающих клеток пробки. Глубже располагается вторичная кора (фото 1—05, б, 2), состоящая из клеток основной паренхимы, отделённых от клеток первичной и вторичной флоэмы одним слоем клеток эндодермы (фото 1—05, б, 1). Потом следует кольцо клеток камбия (фото 1—05, б, 5), глубже располагаются клетки первичной и вторичной ксилемы (фото 1—05, б, 4). Позднее образуются 4 радиальных луча, делящих ксилему на 4 части (фото 1—05, б, 5).

Каждая часть корня выполняет определённые функции. Корневой чехлик (фото 1—04, а) механически защищает меристемные ткани корня и выделяет в раствор слизи, которые являются источником эндогенных регуляторов роста и пищей для ризосферных микроорганизмов. Отравление клеток корневого чехлика, наблюдаемое при высокой концентрации в почвенном растворе ионов алюминия (см. табл. 2—25), вызывает снижение жизнедеятельности корня и сокращение выделения слизи, что сказывается на поглощении корневыми волосками ионов кальция.

Перидерма осуществляет механическую защиту растущего корня. В клетках основной паренхимы коры откладываются запасные вещества; эндодерма выполняет барьерную функцию между внешней средой и центральным цилиндром корня. Клетки флоэмы проводят питательные вещества из листьев в другие части растения и синтезируют часть необходимых органических веществ. Клетки камбия обеспечивают рост корня в толщину и в длину, формируя наружу клетки флоэмы, а внутрь — клетки ксилемы. Клетки ксилемы проводят воду и минеральные вещества из корня в стебель, листья, цветки и плоды.

Кроме основных функций, клетки корня осуществляют и ряд дополнительных, например, выделяют в субстрат слизи, представляющие собой комплекс органо-минеральных веществ, благодаря которым с корнем ассоциированы симбиотические микроорганизмы. Выделяемые слизи содержат много кальция, что с одной стороны облегчает

диффузию некоторых солей в корень, а с другой улучшает структуру почвы.

Корни у томата растут чрезвычайно быстро. Для роста корней оптимальна температура от 20 до 25°C. При температуре корнеобитаемой среды ниже 10°C наблюдается угнетение роста корня независимо от фазы развития томата (Аутко и др., 2003). Но надо всё-таки помнить, что в процессе окультуривания томата корневая система несколько деградировала, у «дикарей» она развита гораздо лучше.

По мере взросления сначала от основания стебля, а затем и выше начинают отрастать придаточные (адвентивные) корни (фото 1—06, г). Усиленное образование адвентивных корней связано с накоплением в стебле гормона этилена. Эти корни не выполняют всасывающей функции, но необходимы для образования гормона, который вырабатывается в большей степени именно в корнях.

Со временем внешние различия между корнями разных порядков нивелируются, из-за чего к концу вегетации вся корневая система приобретает вид большой мочки (фото 1—06, в).

Степень развития корневой системы зависит от выбранной технологии и используемого субстрата. При прямом посеве семян в грунт стержневой корень растёт в глубину. При рассадном же способе центральный корень, прищипываемый при пикировке, прекращает рост, и начинается формирование боковых корней. После посадки на постоянное место они разрастаются в верхнем слое субстрата. Постепенно, по мере развития растений соотношение массы надземных органов и корней смещается в сторону стеблей и листьев. В возрасте 2-х недель соотношение лист: стебель: корень составляет 2,25: 2,17: 1; в возрасте 3-х недель — 6: 4,1: 1 и в возрасте 4-х недель — 6,6: 6,7: 1 (Нагайцев, 1999).

В грунте теплиц корень прорастает на глубину плодородного слоя и далее проникает в подстилающие слои, что следует учитывать при проведении противонематодных мероприятий. Глубина прорастания основной массы корней зависит от структуры, состава, увлажнённости почвы и характера междурядной обработки.

В условиях малообъёмной культуры на одно растение должно приходиться, в зависимости от состава, от 7 до 13 л субстрата (Кирий, 1999). В меньшем объёме развитие корней тормозится, что неминуемо сказывается на величине урожая.

Представление о размерах корневой системы томата дают исследования Кремера, о которых писал ещё В. И. Эдельштейн (1944). В ходе экспериментов измеряли корни томата на 49-й день после появления всходов, выращенных в специальной вегетационной теплице. Они имели в длину 123 см и образовали не менее 2 900 боковых разветвлений. Через 60 дней после высадки рассады в грунт (примерно 105 день после появления всходов) корневая система достигала 140 см в глубину и могла охватывать площадь в 4,7 м².

На мощность корневой системы оказывают влияние способы формирования растений: несформированные растения с большим числом пасынков и листьев имеют более мощную корневую систему, чем выращенные в один стебель. Развитие корневой системы зависит от ряда факторов, в том числе от почвенно-климатических условий. Если у растения образуется большая мочка из корней примерно одинаковой толщины, проникающих на разную глубину, то это свидетельство нормального развития. Если боковые корни тонкие, многочисленные

и распределены в верхнем слое субстрата, то при временном дефиците влаги часть корней погибает и растения подвядают. В переувлажнённом субстрате корни погибают от недостатка воздуха, буреют и размочаливаются.

Надо учитывать, что тепличные растения отличаются ускоренными темпами роста и непропорциональным развитием корневой и надземной частей растения. Для непрерывного и быстрого формирования урожая создают условия для преимущественного развития надземной части, при этом малоразвитая корневая система должна обеспечивать водой и минеральными веществами всю массу листьев и плодов в течение длительного времени. Вот почему даже незначительное нарушение целостности корневой системы приводит к существенному снижению урожайности. При бессубстратном выращивании томата малейший сбой в энергообеспечении или в программе полива приводит к фатальным последствиям, что и объясняет малую распространённость этой технологии.

В открытом грунте томаты обычно выращивают на высоких грядах, реже без гряд. В полевых условиях возможна как высадка рассады в поле, так и прямой посев семян, поэтому развитие корневой системы в обоих случаях различно. Растения,

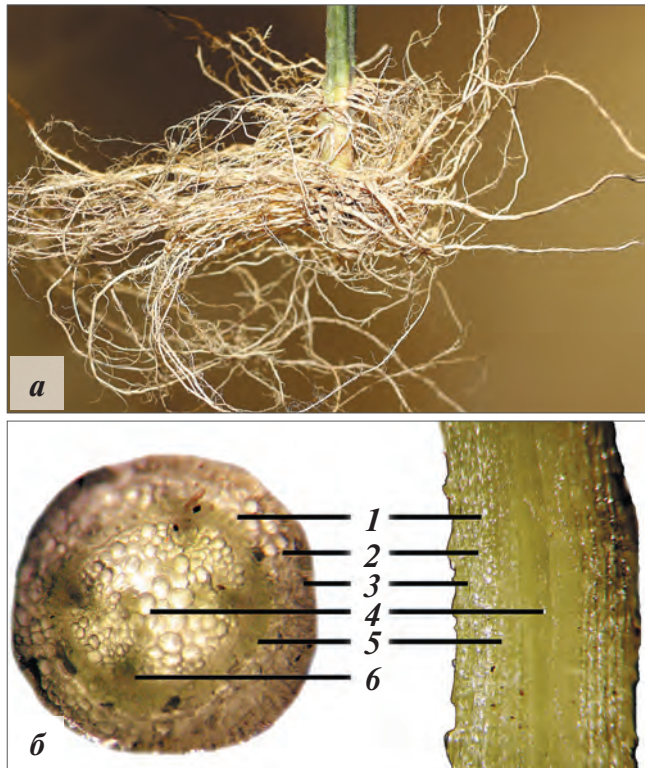


Фото 1—05.

Строение взрослого корня томата:

а — внешний вид здорового корня,
б — поперечный и продольный срезы корня
(1 — флоэма, 2 — основная паренхима корня,
3 — перидерма, 4 — ксилема. 5 — камбий, 6 — лучи)

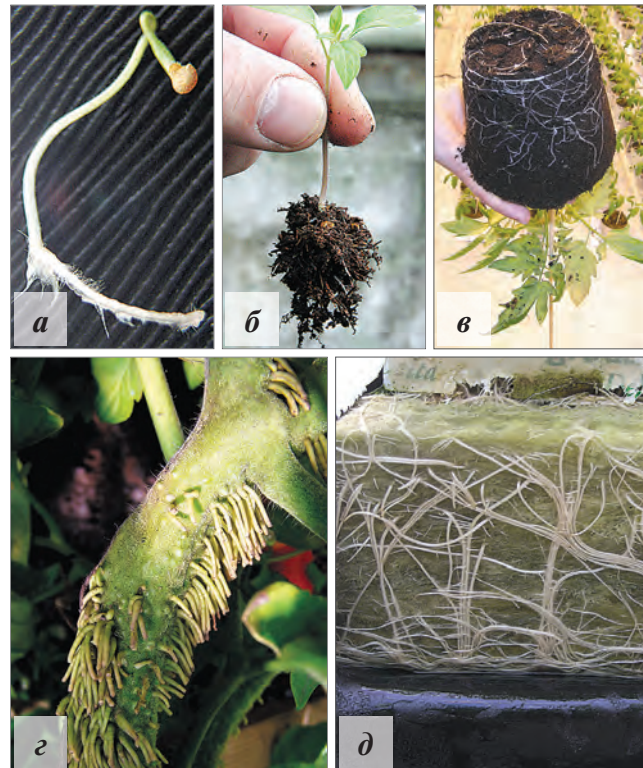


Фото 1—06.

Корневая система томата:

а, б — сеянцев,
в — рассады (фото В.А. Норкина),
г — придаточные корни на стебле,
д — взрослого растения (фото В.А. Норкина)

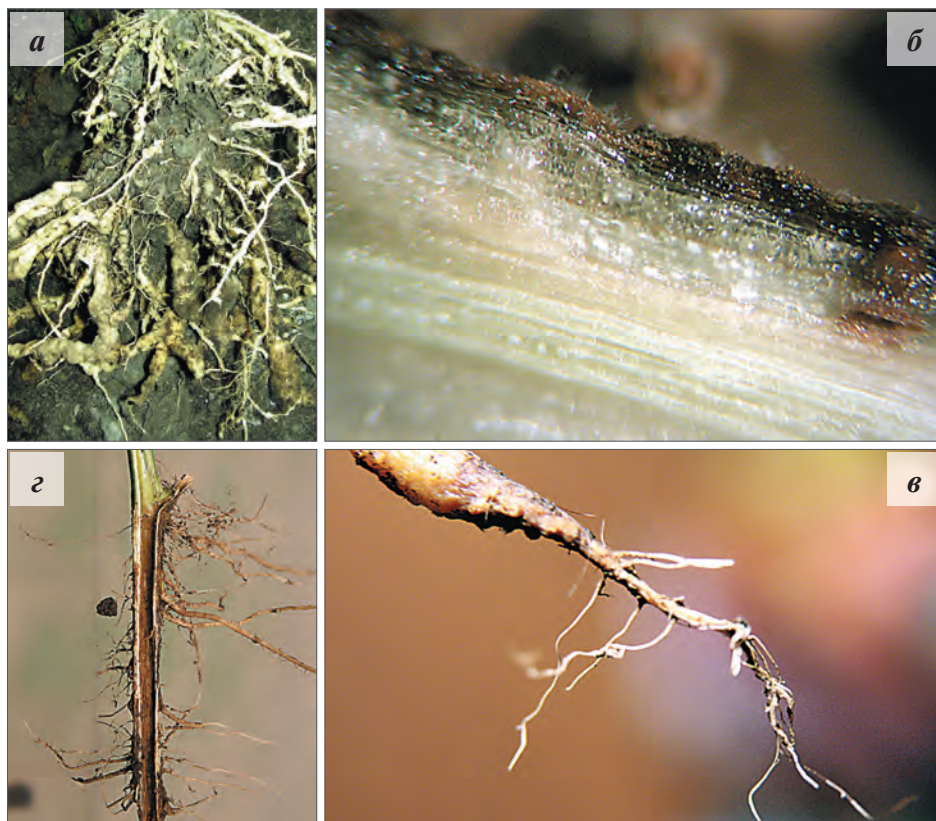


Фото 1–07.
Симптомы повреждений
корней томата:
а — галлы на корнях
(фото Е.В. Болтовской),
б — некроз коры корня
(корневые гнили),
в — отмирание корня,
г — выедание вредителями
сердцевины корня

выращенные прямым посевом семян, дают более поздний урожай, но имеют адаптированную, хорошо развитую корневую систему, обеспечивающую получение дружного и обильного урожая.

Рассадный способ обеспечивает получение ранней продукции за счёт временного забега, но при этом возможна потеря части раннего или общего урожая из-за изнеженности растений и травмирования корневой системы. Увеличивается доля растений, заражённых почвенными патогенами, проникающими в корни через многочисленные ранки. При кассетном способе получения рассады повреждение корней минимально.

Для стимулирования роста корней используют препараты, в основном содержащие ауксины или их аналоги. Например, Гетероауксин, в 0,04% растворе которого обмакивают корни рассады перед высадкой. Более эффективны обработки субстрата или почвы растворами Радифарма перед высадкой рассады и в период вегетации (расход — 2,5 л/га).

Современная технология предполагает выращивание в теплицах корнесобственных растений, полученных из семян, а также привитых на специальных подвоях. Томаты сравнительно недавно начали прививать на подвои. Например, голландская компания «De Ruiter Seeds» предлагает в качестве подвоев два разных по назначению сорта *Бьюфорт* и *Максифорт*. Менее известен сорт *Vody* от компании «Monsanto». Привитые растения имеют мощную корневую систему, слабо поражаемую вертициллёзным и фузариозным

увяданием и толерантную к низкой температуре. Урожайность повышается в среднем на 10%. Надо только учитывать, что сама процедура прививки и приживания растений отодвигает срок созревания раннего урожая и используется преимущественно в продлённом культурообороте для получения стандартной продукции в течение длительного времени.

Корневая система, особенно молодые корни, не имеет прочных покровных тканей, поэтому подземная часть часто страдает от вредителей и патогенных микроорганизмов. Повреждённые корни отмирают, но томат способен быстро восстанавливать всасывающую поверхность за счёт придаточных корней. Можно выделить 4 типа заболеваний и повреждений корней:

- разрастание отдельных тканей корня с образованием наростов или галлов (фото 1–07, а);
- некроз покровных тканей и коры (фото 1–07, б);
- некроз всех тканей и отмирание корня (фото 1–07, в);
- повреждение корней вредителями (фото 1–07, г).

Корни томата могут гнить от воздействия самых разных факторов: химических, температурных или фитопатологических, причём возбудителями могут быть бактерии, грибы и вирусы. Но при этом надо учитывать, что симптоматика заболеваний, вызванных разными возбудителями, одинакова. Постановка диагноза возможна только после тщательного изучения характера поражения и микробиологического анализа с привлечением диагностических методик: и иммуноферментного

анализа (ИФА) и полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Некоторые вредители проникают в корень уже после появления некрозов (мухи-сциариды, клещи), другие — только в молодые растущие корни (галловые нематоды, проволочники). Но характер повреждений также не отличается большим разнообразием. Либо образуются галлы, либо съедается весь корень или центральная его часть, либо появляются некротизированные участки.

Роль корня в жизни растения. Принято считать, что основная функция корня — поглощение воды и минеральных веществ из почвенного раствора, перенос их в сосуды ксилемы и подача в стебель. Но не всё так просто. Известно, что состав почвенного раствора заметно отличается от состава пасоки, которая представляет собой жидкость, подаваемую корнем в стебель. Фосфаты задерживаются в корне, а азотистые минеральные соединения в большинстве своём превращаются в аминокислоты и амиды и уже в таком виде поступают в стебель. В клетках корня синтезируются каучук, порфирины, витамины В1 и В6, никотиновая и аскорбиновая кислоты, а также гормоны этилен и цитокинины.

Последние стимулируют цветение, пробуждение и рост боковых побегов. (Физиология растений, 2005). Корень выделяет в субстрат органические и минеральные вещества, которые являются питательной средой для ризосферных микроорганизмов. Без корня растение не может нормально функционировать и погибает, хотя может поглощать воду и минеральные вещества через поверхность листьев и срезы стеблей.

ЛИСТЬЯ у томата очередные, закладываются на стебле по спирали, закрученной по часовой стрелке. Размер листьев варьирует в больших пределах и зависит от сортовых особенностей, возрастного состояния и условий выращивания. Длина листа варьирует от 10 до 50 см, ширина — от 6 до 30 см.

Листья томата — простые, обычно с большим количеством долей: непарноперистораздельные или прерывчатоперистые с чередованием крупных и мелких долей и сегментов (фото 1–02, б). У небольшого числа сортов листья цельные (фото 1–02, а), ещё реже встречаются растения с сильно рассечёнными, или «морковными» листьями, которые детерминированы геном *Pts* (фото 1–09, е).

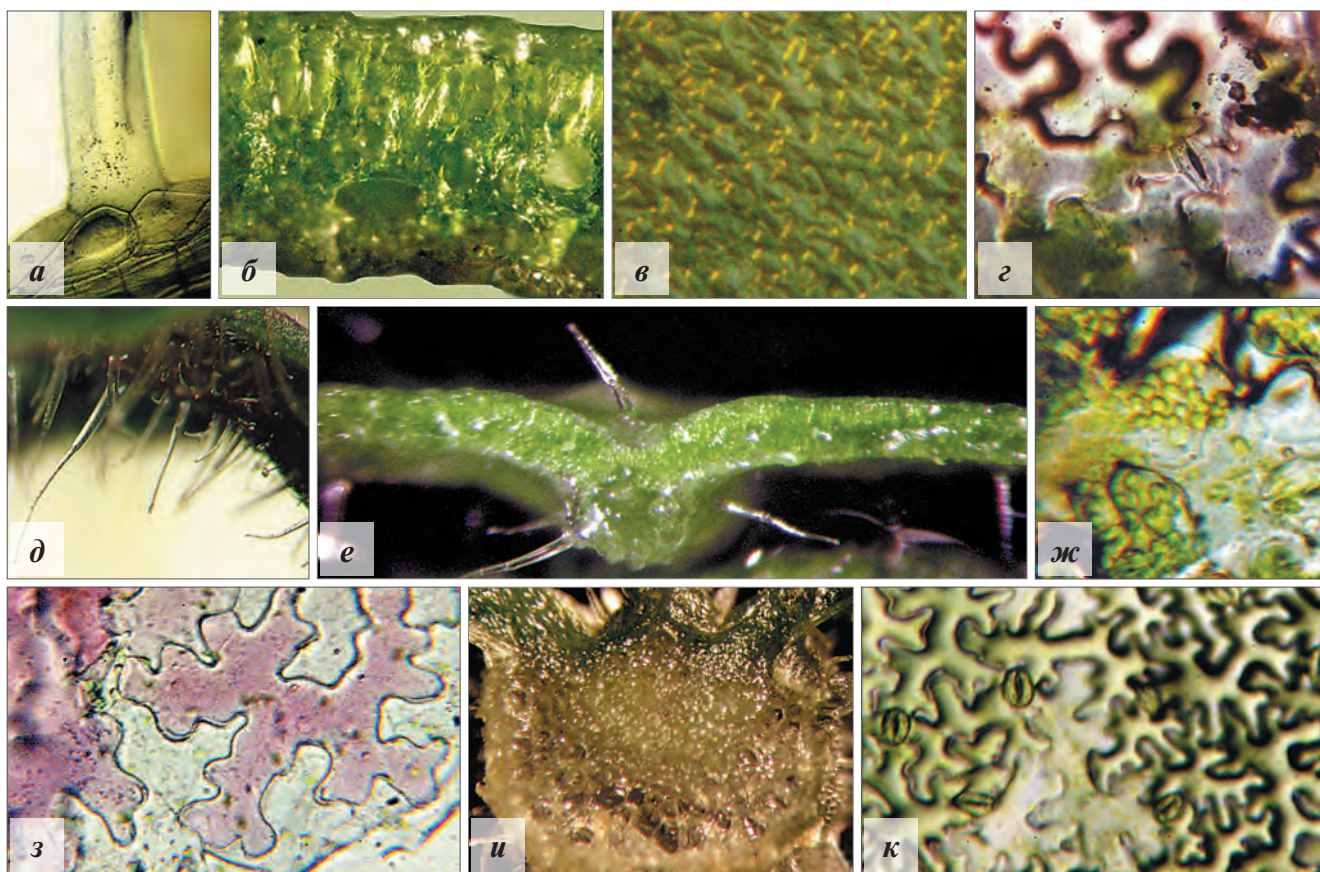


Фото 1–08. Структура томатного листа:

а — волосок на центральной жилке, б, е — поперечный срез листовой пластинки, в — поверхность листа, г — верхняя эпидерма, д — железистые волоски на листе; ж — мезофилл листа, з — клетки гиподермы, окрашенные антоцианом, и — поперечный срез жилки листа, к — нижняя эпидерма

Анатомическое и морфологическое строение листьев. Листовая пластинка у большинства сортов состоит из множества долей и долек. Листья обычно покрыты большим числом железистых волосков (фото 1–08, а, д), которые располагаются по всей поверхности пластинки, в том числе на жилках, где волоски наиболее крупные, многоклеточные. Нижняя и верхняя стороны листовой пластинки покрыты бесцветными клетками эпидермиса. Под ними располагается один слой клеток гиподермы, который может быть окрашен антоцианом (фото 1–08, з).

Устьица простые, без побочных клеток. Сразу под эпидермой располагаются 2–4 слоя столбчатых клеток мезофилла, ниже — несколько слоев округлых клеток губчатого мезофилла, между которыми видны большие межклетники (фото 1–08, б). Нижняя эпидерма состоит из клеток сложной формы, бесцветных, среди которых хорошо видны устьица с хлоропластами.

Форма клеток эпидермы причудлива, причём в наибольшей степени это относится к клеткам нижней стороны листа (фото 1–08, г, к). Устьица имеются как на нижней, так и на верхней стороне листа, причём на нижней стороне их количество

намного больше. Роль устьиц велика, так как через них осуществляется связь с окружающей средой: происходит воздухообмен и испарение влаги. Через устьица в лист вместе с жидкостью проникают бактерии. Сначала они размножаются в подустьичной полости, потом расселяются по межклетникам и заражают весь лист. Через устьица проникают в лист и фитопатогенные грибы, которые, развившись в листе, через устьица выносят свои конидиеносцы и спорангии.

Поверхность листьев покрыта с нижней и верхней стороны многочисленными многоклеточными и одноклеточными волосками, или трихомами. Наиболее крупные волоски располагаются вдоль центральной жилки. В целом концентрация всех типов волосков на жилках намного выше, чем на поверхности листьев. Только по краю листьев концентрация простых и многоклеточных волосков может быть ещё выше.

Железистые головчатые волоски встречаются в основном на нижней поверхности листа. Известно, что в них содержатся химические вещества, способствующие защите растения от вредителей и возбудителей болезней. При неблагоприятных условиях волоски погибают, буреют,

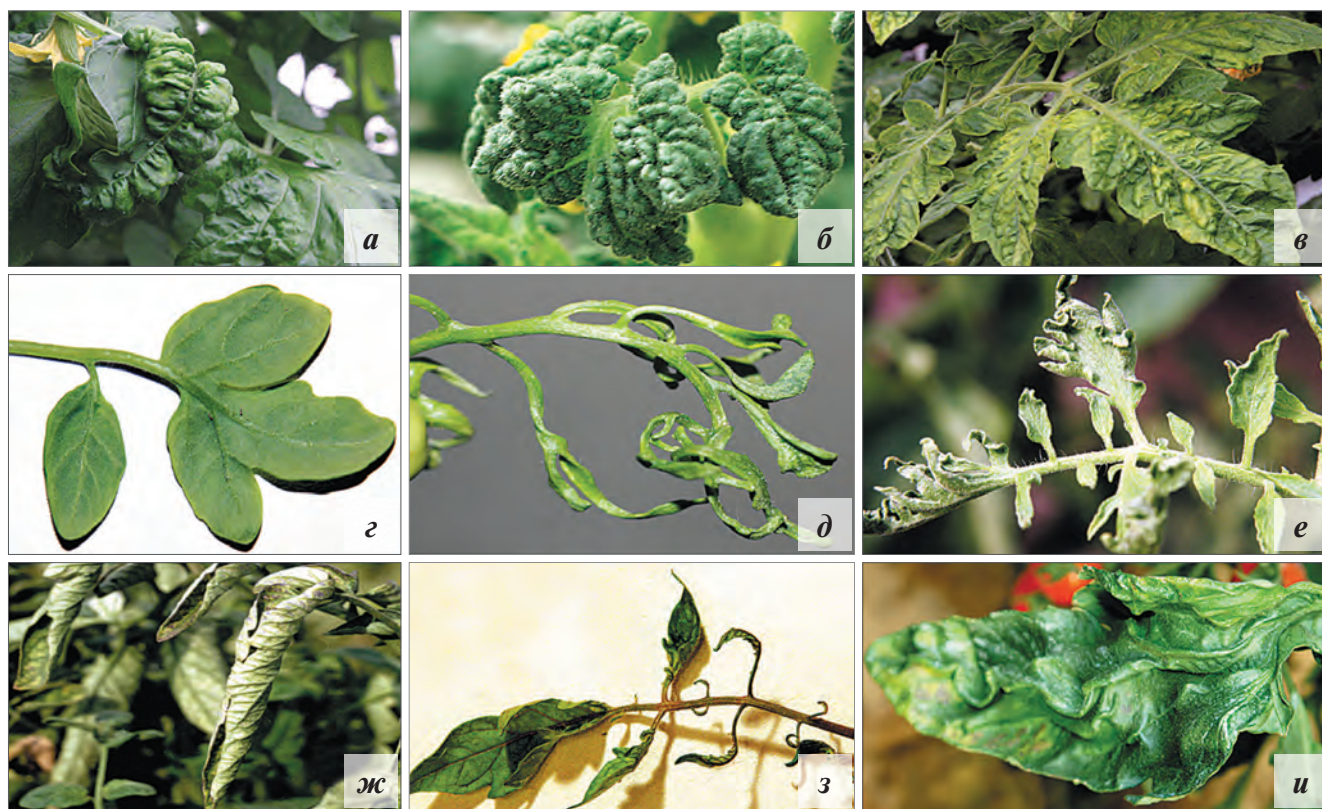


Фото 1–09. Типы деформации листьев:

а — продольная морщинистость вызвана недоразвитием центральной жилки, **б** — морщинистость всей листовой поверхности вызвана недоразвитием центральной и боковых жилок (*var. validum*), **в** — пузырчатость (гипертрофия межжилковых тканей), **г** — недоразвитие краевых зубчиков и боковых лопастей, **д** — нитевидность (недоразвитие межжилковых тканей на фоне удлинения жилок), **е** — гипертрофированное развитие лопастей, **ж** — скручивание листовой пластинки может быть вызвано патогенами или неблагоприятными условиями, **з** — когтевидность (недоразвитие боковых жилок), **и** — искривление центральной и боковых жилок в плоскости листа

из-за чего на листе появляется бурая крапчатость. Такие растения в большей степени подвержены заболеваниям.

Споры многих фитопатогенных грибов прорастают на поверхности трихом (о чём будет сказано ниже). Биологический смысл этого явления не ясен. Возможно, волоски служат для снижения инфекционной нагрузки, т.к. налипшие на них споры не прорастают, либо прорастают с формированием малопродуктивного мицелия. Мне представляется, что волоски также могут участвовать в формировании специфического и иммунного ответа. Известно, что базальная клетка волоска имеет значительно больше плазмодесм, чем другие клетки. Расположение волосков на жилках может способствовать быстрой передаче в другие части растения веществ, ответственных за иммунный ответ. В качестве таких веществ в частности могут выступать микро РНК.

Волоски являются также механической преградой для мелких насекомых (имаго белокрылок, цикадок и тлей), поэтому эти вредители предпочитают поселяться ближе к периферии листа в межжилковом пространстве, где количество трихом минимальное. Личинкам белокрылок и трипсам трихомы не преграда, поэтому они расселяются по всей поверхности листа. Самки трипсов предпочитают питаться и передвигаться вдоль опушённых жилок, где они чувствуют себя более защищёнными, и куда они откладывают яйца.

Столбчатая паренхима состоит из призматических клеток, губчатая — из округлых. Количество хлоропластов в клетках велико (фото 1–08, ж), что обеспечивает высокую интенсивность фотосинтеза. Все клетки соединяются плазмодесмами, т.е. можно говорить о едином клеточном пространстве, называемом симпластом. Наличие такого пространства облегчает передвижение вирусных частиц по симпласту. Обеспечивают их перемещение специальные транспортные белки, способные довольно быстро перетащить вирусную частицу через плазмодесму, даже если размер её больше диаметра канала.

Межклеточное пространство, называемое апопластом, тоже достаточно велико и играет важную роль в жизни листа, обеспечивая связь клеток с внешней средой и с проводящей системой растения. В межклетниках создаются благоприятные условия для развития фитопатогенных грибов. Мицелий грибов быстро растёт и оплетает клетки, питаясь их содержимым (фото 3–43).

Вода и минеральные вещества поступают к клеткам листа по сосудам ксилемы, а пластические вещества оттекают по сосудам флоэмы. Прежде чем попасть во флоэму, сахара и другие ассимилянты должны с затратой энергии поглотиться из апопласта клетками-спутниками флоэмы, а из них уже они переносятся к флоэмным окончаниям. Далее по градиенту концентрации и с током жидкости сахара попадают в апопласт (межклетники)



Фото 1–10. Особенности листового аппарата гибрида F₁ Элона, имеющего доминантный ген Erectoid leaf, детерминирующий отхождение листа от стебля под острым углом

стебля, в верхушечные листья, в точки роста и в плоды (Чиков, 2007). Нарушение нормального движения ассимилятов приводит к различным морфологическим и физиологическим изменениям растения в целом.

Сосуды, сформированные деятельностью камбиальных клеток, собраны в жилки, совокупность которых называют жилкованием листа. У томата, как у большинства двудольных растений, жилкование сетчатое. Различают центральную жилку, делящую лист на правую и левую половины, и боковые жилки разных порядков, сегментирующие листовую пластинку.

Анализируя особенности анатомического строения листьев томата, можно отметить следующее:

- Множество устьиц, неровная, бликующая поверхность эпидермы и обилие железистых волосков являются приспособлением для регулирования температуры листа в жаркую погоду.
- При низкой температуре в нижней и верхней эпидерме, а также в гиподерме появляются клетки с вакуолями, окрашенными за счёт антоциана в фиолетовый цвет, что обеспечивает большее поглощение листом лучей красного спектра, и, возможно, способствует повышению температуры листа.

Форма листа является наиболее изменчивым морфологическим признаком. У культурного томата известно 307 мутантных линий с различными модификациями формы и размера листа (Holtan & Nake, 2003). Лист формируется в результате закономерного деления и растяжения клеток,

а изменение его формы и сложности зависит от направления клеточных делений, контролируемых фитогормонами. Установлено, что на степень рассечённости листа оказывают влияние гиббереллины и ауксины (Sekhar & Sawhney 1991; Avasara et al., 1996). Индукторами израстания листа могут выступать ещё и цитокинины (Лутова и др., 2000).

Для ряда генов установлено сцепленное наследование формы листа с другими морфологическими признаками. Например, слаборассечённый лист, детерминированный геном *Mo 755*, сцеплен с карликовым ростом, жёлтой точкой роста и отсутствием антоциана, что свидетельствует о локализации данного гена во второй хромосоме.

Мутантные формы разнообразны: у них листья могут быть в виде маленьких кружочков, ланцетовидной или даже нитчатой формы. Встречаются листья со сросшимися долями по всей длине или только на вершине листа. Вершина листьев в норме слегка заострённая, а у мутантных форм листья могут быть тупоконечными и остроконечными. Форма краёв листочков (сегментов) чаще цельнокрайная (фото 1–11, а), реже лопастная (фото 1–11, в), мелкозубчатая, городчатая или волнистая.

Доли и листочки располагаются супротивно со смещением или поочерёдно (фото 1–11, б, г), количество листочков обычно равно 7–9, но у некоторых сортоформ бывает 3–5 (фото 1–11, г). Основание листа чаще неравнобокое из-за асимметрии правой и левой половин. Края листьев и листочков в норме находятся в одной плоскости с пластинкой, у некоторых мутантных растений наследуется изгибание краёв вверх или вниз.

Поверхность листьев в норме гладкая или морщинистая. В неблагоприятных условиях или у мутантных форм листья могут деформироваться, становясь пузырчатыми, сморщенными, складчатыми или гофрированными (фото 1–09, а-в). Различные вредители и заболевания, а также нарушения развития органов (тератоморфы) вызывают аналогичные изменения морфологии листа. Выяснение конкретных причин, вызвавших то или иное нарушение, дело трудное и нередко требует проведения целого ряда экспертиз.

Обычно положение листа на растении слегка приподнятое, у мутантных же форм, имеющих ген *Erectoid leaf*, возможно отклонение оси листа под острым углом вверх (фото 1–10). Подобные же нарушения встречаются при нарушении температурного режима, но они не носят общий характер, а проявляются в той или иной степени на части растений одного сорта или на некоторых листьях одного растения.

По форме листочков и их положению различают 4 типа листьев (фото 1–11, а-г): простой, томатный, промежуточный и картофельный.

Простая форма листа характерна для молодых растений некоторых сортов, например, *Розовый гигант* (фото 1–11, а). Штамбовые растения имеют форму, характерную для разновидности *validum* (фото 1–11, б). Обыкновенный томатный лист (фото 1–11, б, г) в норме имеет прерывисто-непарноперистую или прерывистодваждыперисторассечённую форму, листочки расположены супротивно или с небольшим смещением, количество листочков обычно равно 7 или 9. У мутантных растений доли могут иметь сердцевидную форму.

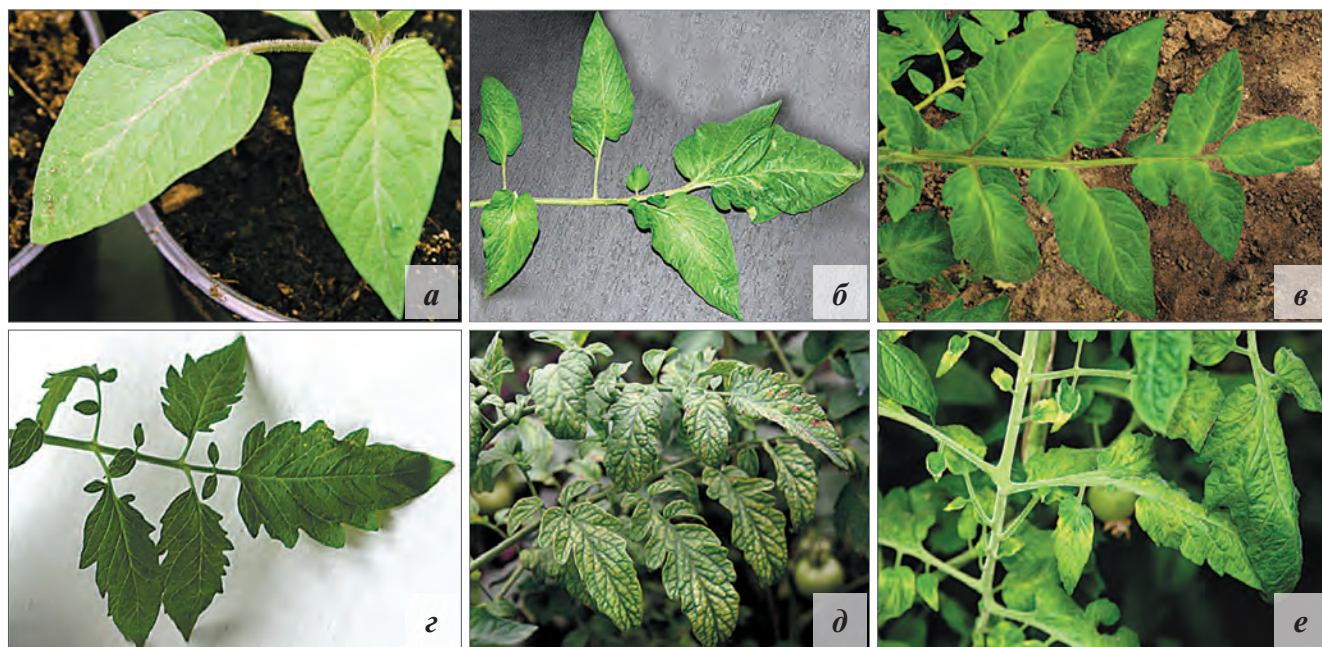


Фото 1–11. Типы листьев томата:

а — цельный усложнённый, б — нормальный томатный со смещением, в — картофельный, г — нормальный с супротивным положением листочков, д — промежуточный, е — усложнённый, или морковный

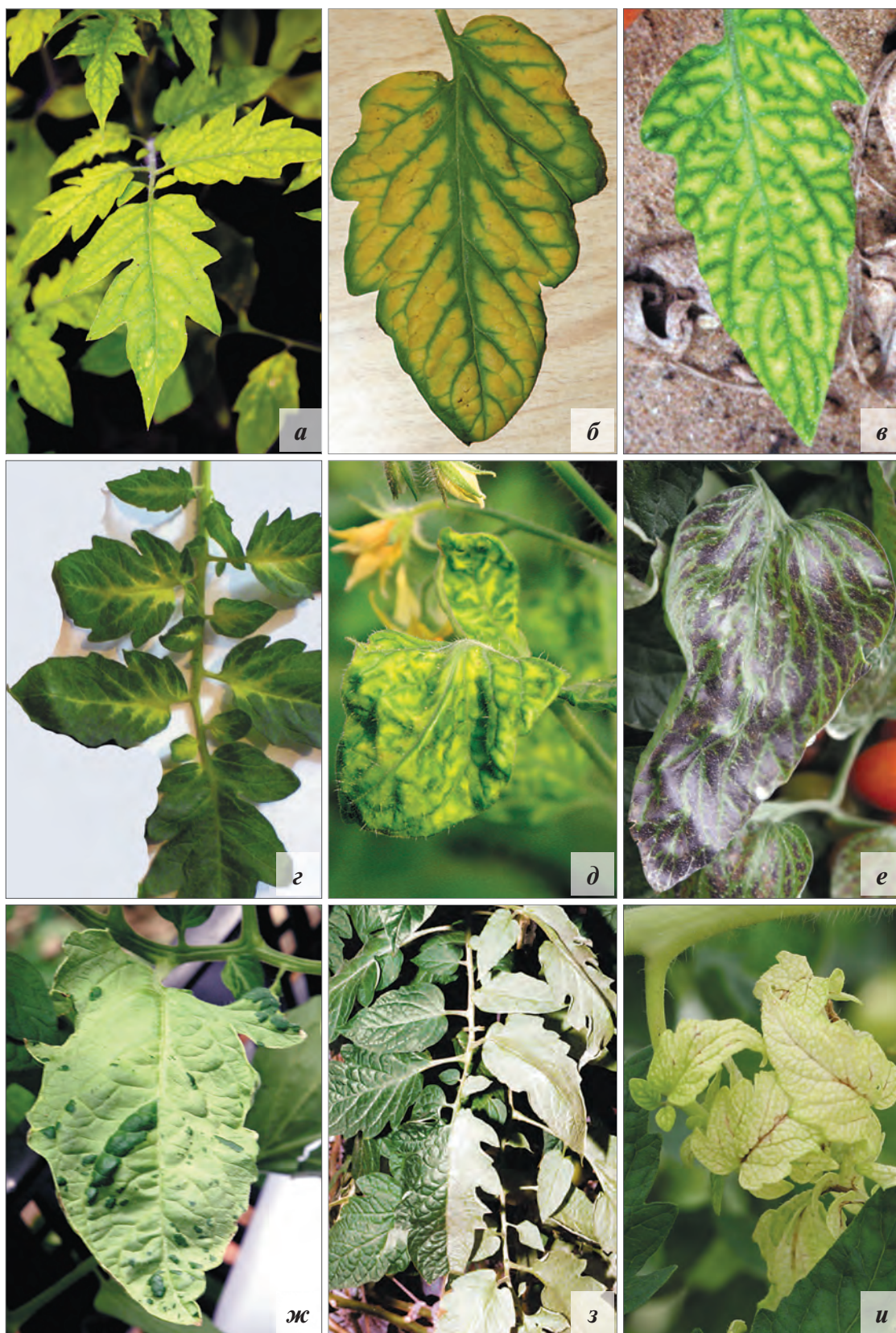


Фото 1–12. Основные варианты изменения окраски листьев:

а — общий хлороз из-за нехватки азота, б — межжилковый хлороз (нехватка молибдена, магния и азота), в — сетчатость (нехватка железа), г — жилковый хлороз, д — хлороз, обусловленный действием рецессивного гена *bul*, е — антоцианоз листьев (здесь результат выращивания в условиях пониженной температуры), ж — секториальная химера (результат действия регуляторов роста), з — серебримость (данный гибрид не имеет гена устойчивости к сильверингу *Wi*), и — частичное или полное обесцвечивание (при недостатке ионов цинка)



Фото 1–13. Появление точек роста новых побегов на листьях после резкого похолодания

По мере взросления растения форма и размер листьев меняется в сторону увеличения и усложнения, как в целом всей листовой пластинки, так и отдельных листочков, часть которых, в свою очередь, становится непарноперисторассечёнными.

Картофельный тип листа (фото 1–11, в) встречается у небольшого количества сортов и, кроме сходства с листом картофеля, характеризуется небольшим количеством листочков с ровным или слегка зубчатым краем. Листочки чаще располагаются супротивно.

Листья промежуточного типа, как правило, не имеют малых долей, а листочки имеют небольшое количество лопастей (фото 1–11, д). Листья с небольшим количеством долей, не имеющие зубчиков по краю, относят к типу широколистных форм (фото 1–02, б).

Опрыскивание томата регуляторами роста приводит к изменению морфологии листьев. Наиболее выраженные эффекты отмечены при применении гиббереллина. Листья удлиняются, уменьшается число сегментов и их площадь, исчезает зазубренность. Обработка цитокининами и ауксинами вызывает увеличение количества долей листа, которые приобретают вытянутую форму, что свидетельствует о непосредственном влиянии гормонов на меристемные клетки.

Иногда климатические факторы стимулируют ненормальное развитие листьев, тогда на них появляются новые побеги. Обычно такие израстания связывают с повышенным уровнем азота в растении или со сменой жаркой солнечной погоды на прохладную пасмурную (фото 1–13).

В этих условиях, по-видимому, происходит задержка транспорта сахарозы из листа, что вызывает его утолщение и накопление в нём гормонов, которые, в свою очередь, стимулируют пролиферацию клеток. Искривления происходят как за счёт деятельности новых меристем, так и в результате нескоординированного роста уже дифференцированных клеток (фото 1–09, а, б, ж).

Цвет листьев в норме зелёный, но различают несколько естественных вариаций окраски (зелёный, тёмно-зелёный, светло-серебристый, жёлто-зелёный, серый, белёсый, матовый), связанных с наличием, отсутствием или различной концентрацией пигментов в клетках эпидермы и мезофилла. Окраска листьев генетически детерминирована, но внешние условия способны модифицировать её. Некоторые мутантные формы имеют листья с многочисленными мелкими некрозами или с выраженным мозаичным рисунком (фото 1–12, д).

Изменение нормальной окраски листа свидетельствует о развитии возрастных, физиологических или патологических изменений. Варианты изменения окраски — хлороз (фото 1–12, а–г), антоцианоз (фото 1–12, е), зональная серебристость (химера), или белолистность (фото 1–13, ж–з). Бесхлорофильные мутации, характеризующиеся полной потерей хлорофилла и обесцвечиванием листьев, встречаются редко. Растения с такими генами в гомозиготном состоянии нежизнеспособны. Изредка при неблагоприятных условиях выращивания эти мутации проявляются у гетерозигот, но, как правило, вскоре они исчезают. Чаще встречаются обесцвеченные растения, которые испытывают острый дефицит некоторых минеральных элементов, например, цинка (фото 1–12, и), или при химическом ожоге.

Хлороз и антоцианоз могут проявляться по-разному, как по месту, так и по степени выраженности. Если изменение окраски проявляется на всей листовой пластинке, то нарушение называется общим, если симптом проявляется только между жилками — межжилковым, при повреждении тканей вдоль жилок — прижилковым, при повреждении периферии листа — краевым. По степени проявления нарушений различают рассеянный, очаговый и сильный хлороз (антоцианоз). Причины развития этих симптомов многообразны, подробнее об этом в Главе 2.

Старение листа — это закономерный процесс. Оно проявляется в изменении и разрушении пластид, снижении количества хлорофилла и накоплении других пигментов. Чем ниже на стебле располагается лист, тем меньше срок его жизни,

чем выше, тем более сложное строение и большую продолжительность жизни он имеет. Однако возраст листа может быть изменён как с помощью формирования растения, так и с помощью гормонов. Известно, что обработка растений цитокининами вызывает усиление синтеза белков и хлорофилла, повышение эффективности фотофосфорилирования, т.е. гормон оказывает омолаживающее действие.

Формирование листового аппарата. Строение листьев томата имеет характерные особенности большинства двудольных растений. Зародышевые листочки при прорастании семени превращаются в две семядоли (фото 1–14, а, б). Известно несколько мутантных форм, у которых возможно образование 3-х и более семядолей. Форма семядольных листьев в норме ланцетная или узкоэллиптическая, у мутантных форм возможно образование остроконечных, круглых или нитевидных семядолей.

По мере развития проростка из верхушечного меристематического конуса поочерёдно появляются настоящие листья, располагающиеся по спирали (фото 1–14, в, г), закручивающейся по часовой стрелке. При нарушении условий хранения или проращивания семян возможна гибель меристематического конуса, в результате чего у проростка не развивается почечка, и росток

оказывается без побега продолжения (фото 1–14, д). Через некоторое время из боковых меристем формируется побег продолжения, а растение восстанавливается, но при этом теряется важное качество — раннеспелость. Доля таких дефектных растений в норме невелика (менее 1%). При неправильном хранении или при нарушении технологии выделения семян доля дефектных растений заметно увеличивается.

Количество листьев у детерминантных (низкорослых) сортов обычно не регулируют в связи с коротким вегетационным периодом. У полудетерминантных (среднерослых) и индетерминантных (высокорослых) сортов регулирование количества листьев желательно, т.к. их избыток удлиняет срок созревания урожая, недостаток листьев приводит к снижению общего урожая в связи с нехваткой пластических веществ. Удаление листьев обычно начинают через 45 дней после посадки растений на постоянное место, удаляя за неделю не более 2-х листьев. Можно также обрезать часть листовой пластинки. Все эти действия смещают баланс развития растения в генеративный тип и способствуют ускорению созревания плодов и закладки новых соцветий.

Для получения высокого урожая рекомендовано оставлять на растениях каждого сорта или гибрида определённое количество листьев, причём эта величина зависит от стадии развития растения,

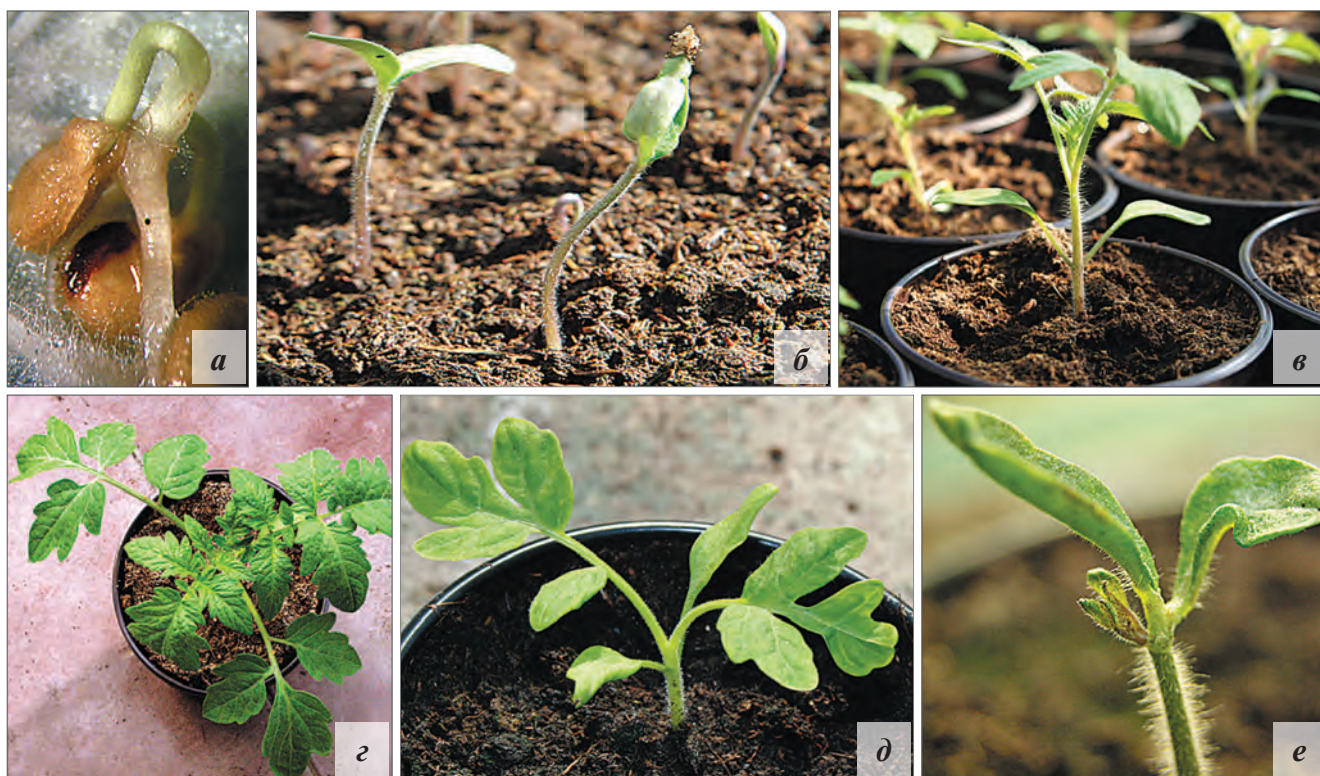


Фото 1–14. Развитие семени от всходов до первых листьев и дефекты развития:
а — проросток, б — всходы, в — рассада после 1-й пикировки, г — рассада в период закладки первого цветочного соцветия, д — верхушечная почка отмерла после образования 2-х листьев, е — образование бокового побега вместо отмершего меристематического конуса

особенностей конкретного культурооборота и освещённости. Обычно рекомендуют оставлять на плодоносящем растении 25–30 листьев.

Следует учитывать, что ассимиляты из листьев сначала направляются в верхнюю часть растений, а только потом вниз, к корням. Кроме того, верхние листья обеспечивают ассимилятами плоды и растущую вершину, а нижние — корни. Удаление нижних листьев уменьшает количество ассимилятов, поступающих в корень, что, в конечном счёте, ослабляет растение и снижает его продуктивность. Поэтому удаление листьев должно быть продумано, а не выполняться механически. Рекомендуется оставлять в нижней части растения один-два целых листа или их половинок. Кстати, такой приём снизит ещё и вероятность растрескивания плодов при избыточном поливе.

В листьях содержатся гликоалкалоиды (томагин, томатин и др.) и эфирное масло, придающее характерный запах томата. Алкалоиды обладают токсическим действием на членистоногих, поэтому до сих пор из листьев томата делают настои и отвары, используемые для борьбы с сосущими вредителями (Ижевский, Ижевская, 2004).

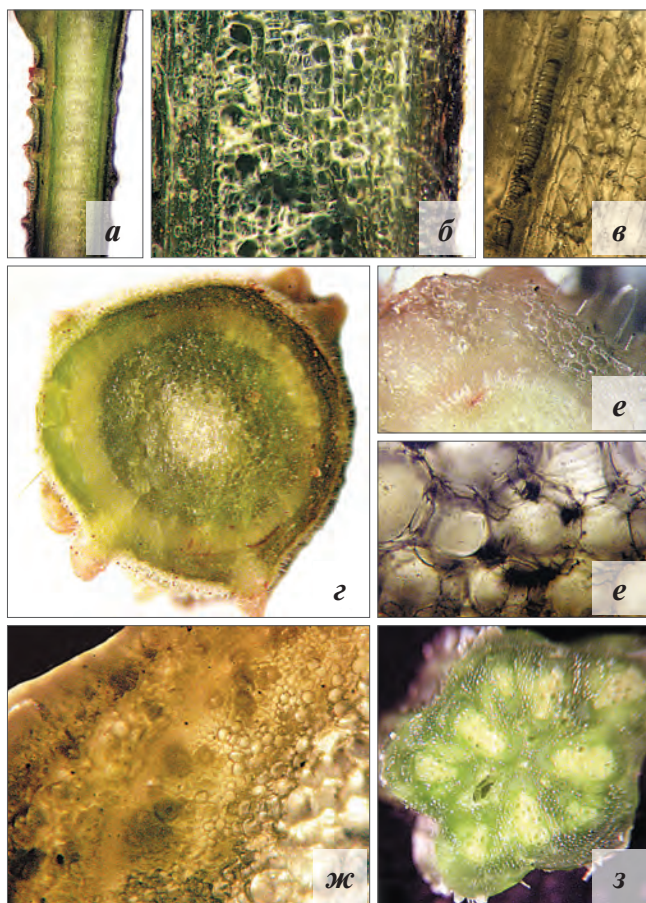


Фото 1–15. Анатомическое строение стебля:
а–в — продольные срезы стебля томата, г, д, — поперечные срезы молодого стебля (хорошо видны трихомы на стебле томата), е — сердцевина, ж — эпидерма, кора, флоэма и ксилема, з — поперечный срез старого стебля

Роль листьев в жизни растения. Главная функция листа — образование и накопление органического вещества за счёт световой энергии из воды и углекислоты посредством фотосинтеза. Эту функцию могут выполнять в меньшей степени и другие части растения — стебли и плоды, но анатомическое строение листьев позволяет делать это наиболее эффективно. Не менее важна функция «верхнего концевой двигателя» воды: за счёт транспирации воды и выделения жидкости через гидатоды (водяные поры) происходит движение пасоки вверх и охлаждение растения.

Важна также гормональная функция листьев как основного источника гиббереллинов и абсцизовой кислоты (АБК). Из листьев эти гормоны пассивно могут передвигаться по растению как по сосудам флоэмы (вниз), так и по ксилеме (вверх).

Образование гиббереллинов увеличивается под действием света, особенно красной его части. При этом сокращается синтез ауксинов. Азотная подкормка оказывает противоположное действие: содержание ауксинов увеличивается, а гиббереллинов снижается. При недостатке азота и при водном дефиците резко увеличивается концентрация АБК. Концентрация этого гормона быстро изменяется в зависимости от условий, за что он получил название гормона стресса. В условиях водного дефицита концентрация АБК быстро растёт, гормон перемещается из хлоропластов к устьицам, вызывает отток из замыкающих клеток ионов K^+ , в результате осмотическое давление в клетках падает и устьица закрываются. С момента воздействия гормона до закрывания устьиц проходит приблизительно 10 мин.

СТЕБЕЛЬ томата травянистый, довольно толстый, суккулентного типа, обычно покрыт множеством длинных редких трихом и железистых волосков (фото 1–15, д), реже стебель голый. Длина стебля зависит от типа роста растения, например, за год вегетации в продлённом культурообороте стебель индетерминантного растения может вырасти в длину более 10 м, если же культивировать его без ограничения, то длина стебля может быть и больше. Например, в Великобритании в 2000 г. было выращено растение со стеблем длиной 19,8 м. У штамбовых сортов стебель прямостоячий, имеющий обычно высоту 40–60 см, у остальных групп томатов стебель полегающий.

Анатомическое строение стебля томата. Снаружи стебель покрыт однослойным эпидермисом, который имеет специализированные клетки: железистые волоски и устьица (фото 1–16, а–г). Количество устьиц на стебле заметно меньше, чем на листьях (сравните фото 1–08, е, д, фото 1–16, г). Железистые волоски и трихомы на стебле выполняют те же функции, что и на листе, по строению они от листовых не отличаются.

Под эпидермисом располагаются хлорофиллсодержащие клетки коры, глубже — кольца из клеток флоэмы, камбия и ксилемы. За счёт постоянного деления клеток камбия формируются новые элементы проводящей системы и коры, вследствие чего происходит рост стебля в толщину. От камбиального кольца отходят придаточные корни (фото 1–15, г).

В центре стебля располагаются крупные бесцветные клетки паренхимы (фото 1–15, е, ж), образующие сердцевину, где запасаются вода и питательные вещества. В норме сердцевина остаётся жизнеспособной в течение всего периода вегетации, однако некоторые бактериальные и грибные заболевания вызывают гибель этих клеток, из-за чего образуется обширная полость (фото 1–15, з).

Сосуды стебля служат пристанищем для некоторых фитопатогенных грибов (фузариум и вертициллиум) и бактерий, по ним же в вертикальном направлении перемещаются вирусные частицы.

С возрастом происходит постепенное опробкование стебля, что особенно заметно в конце вегетации в основании растения.

Анализ строения стебля томата позволяет сформулировать несколько выводов:

- Образование придаточных корней в любой части стебля является приспособлением томата, которое позволяет ему быстро наращивать всасывающую поверхность для обеспечения возрастающей потребности в воде даже при повреждении стебля.
- Придаточные корни предназначены также для синтеза гормонов, необходимых растению для нормального развития.
- Отсутствие мощных механических волокон облегчает стебель и упрощает уход за растениями томата.
- Обилие железистых волосков и устьиц на стебле является приспособлением к высоким наружным температурам, а в ряде случаев способствует защите растений от некоторых вредителей и болезней.
- Наличие устьиц в эпидерме стебля улучшает обеспечение тканей кислородом, но и облегчает проникновение в стебель патогенных микроорганизмов. Поэтому прикапывать стебли лучше только после образования на них придаточных корней.

Формирование стебля. Зародыш в семени томата не имеет сформированной почечки. При нарушении условий хранения или технологии выделения семян из плодов возможна полная или частичная гибель меристемы, из которой формируется стебель. В этом случае гипокотиль выносит семядоли над поверхностью субстрата, но побег продолжения не развивается (фото 1–14, д). В процессе выращивания рассады такие сеянцы отбраковывают.

Как уже было сказано выше, тип роста стебля генетически детерминирован. Дикie растения

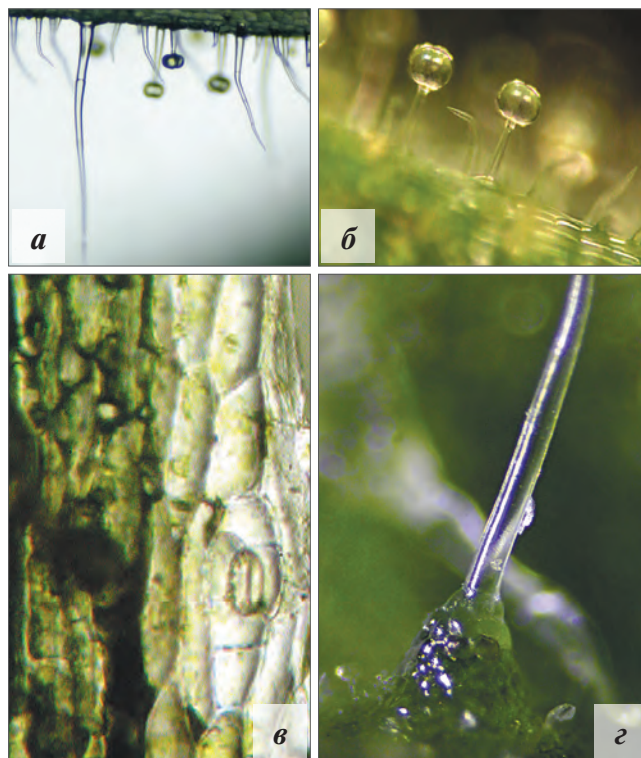


Фото 1–16. Покровные ткани стебля:

а — одноклеточные и многоклеточные волоски на нижней стороне листа, б — железистые волоски, в — эпидермис с устьицами, г — многоклеточный эмергент

томата были индетерминантными с неограниченным ростом, что определяется доминантным геном *Sp*. Детерминантный тип роста свойствен рецессивным гомозиготам по гену *sp* (*self-pruning*). Карликовые растения штамбовой разновидности, имеющие рецессивный ген *d* (*dwarf*), отличаются контролируемым ограниченным ростом осевых органов: стеблей и жилок листа. В результате гомозиготы по этому гену имеют стебель длиной всего 30–40 см. Карликовость свойственна так называемым гиббереллин-дефектным мутантам. При опрыскивании карликовых форм гиббереллином резко усиливается рост стебля как за счёт увеличения количества клеток, так и за счёт их растяжения. При опрыскивании гиббереллинами нормальных растений стебель удлинится на 30–50%.

У молодого растения ветвление побега моноподиальное, в норме он заканчивается соцветием, и верхушечная почка отмирает. У культивируемых сортов из пазухи верхнего листа развивается боковой побег продолжения, т. е. тип роста побега томата становится симподиальным. В норме у разных сортов томата первое соцветие закладывается над 6–11 листьями. У индетерминантных растений в процессе роста побега соцветие отстаёт от листа, в котором сформировалось, из-за чего лист оказывается выше соцветия на 3–5 см.

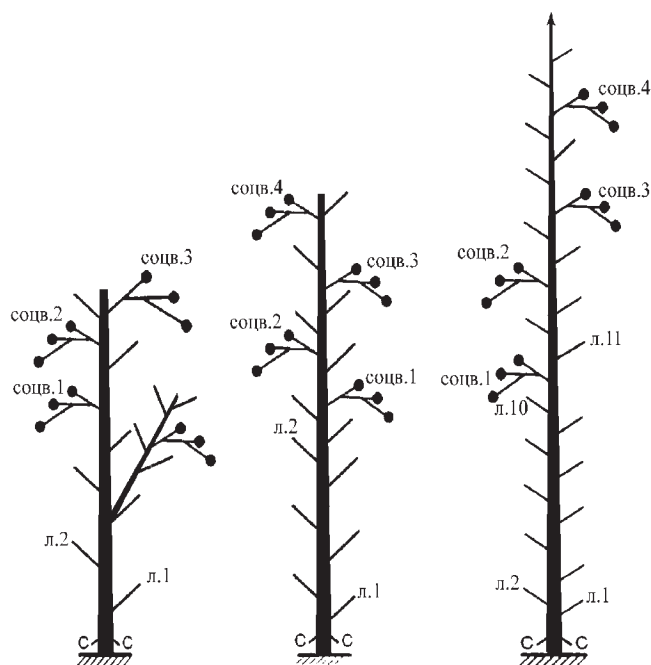


Рис. 2. Схема листорасположения, ветвления и формирования генеративных органов на стеблях в разных группах томата: а — детерминантные, б — полудетерминантные, в — индетерминантные



Фото 1—17. Индетерминантное растение, у которого соцветие оказывается ниже листа, в пазухе которого оно образовалось: 1 — соцветие, 2 — лист, в пазухе которого образовалось это соцветие

Таким образом, у индетерминантных растений томата стебель образуется за счёт перевершинивания, или закономерной смены побега продолжения через каждые 3–5 листьев. В верхней части стебля рост боковых побегов наиболее интенсивен. Самыми мощными боковыми побегами являются те, которые формируются в пазухах листьев, расположенных под соцветиями. Это следует учитывать при формировании полудетерминантных растений, оставляя именно эти побеги в качестве побегов продолжения.

После образования следующих 2–4 листьев формируется новое соцветие, рост этого побега прекращается. Из пазухи листа, расположенного под этим соцветием, опять отрастает побег продолжения и т.д. (фото 1–17, б). На практике принято эту совокупность побегов, образующихся в процессе симподиального ветвления, называть основным, или главным стеблем (Гавриш, 2005).

Рост верхушки побега чрезвычайно важен. От функционирования верхушечной почки зависит внешний вид растения, его продуктивность и скорость отдачи урожая. Несвоевременное отмирание точки роста приводит к остановке развития стебля и к задержке образования новых плодов. Причин отмирания точки роста несколько: неблагоприятное воздействие климатических факторов (чаще всего это нехватка света), недостаток или избыток элементов минерального питания (фото 1–18, а), действие регуляторов роста (см. Глава 2), патологические изменения (фото 1–18, б), вызванные

возбудителями болезней (например, вирусом мозаики пегино) или вредителями. Более подробно эти вопросы будут рассмотрены в соответствующих разделах, здесь же показаны основные типы нарушения развития стеблей.

В процессе роста индетерминантное растение следует формировать, удаляя часть или все боковые побеги. Боковые побеги, или пасынки, желательно удалять небольшими (фото 1–19, а), чтобы они не задерживали рост растения и созревание плодов, в противном случае стебель сильно травмируется (фото 1–19, б, в). При формировании индетерминантных растений, выращиваемых в один стебель, в период увеличения освещённости нередко оставляют ещё один боковой стебель. При снижении освещённости сначала прищипывают его, а потом за 3–4 недели до ликвидации культуры и вершину главного побега.

Дикie предки культурного томата способны неограниченно долго расти, образуя множество боковых побегов, т.е. были индетерминантными растениями (индетами). Первые сорта тоже были индетами, а по срокам созревания они были поздними. Поиск раннеспелых форм привёл к обнаружению детерминантных томатов, которые были использованы для получения раннеспелых сортов. Новая волна интереса к детерминантным сортам связана с разработкой интенсивной технологии для теплиц. Детерминантные гибриды выращивают в 2–5 стеблей, верхушку обычно не прищипывают (рис. 2, а).

Полудетерминантные растения формируют с периодической сменой вершины через 2–3 соцветия (рис. 2, б) или ведут в «две головы», удаляя лишние побеги по мере их образования.

За последние 20–30 лет были получены разнообразные индетерминантные гибриды как иностранной, так и отечественной селекции. Причина их востребованности заключается в высокой товарности плодов, в возможности получать в течение длительного времени (более года без пересадки) продукцию с заданными свойствами и в запланированных объёмах. Урожайность их может достигать 60 кг/м² и более.

Сейчас почти в каждой теплице огородники и фермеры выращивают индетерминантные гибриды, но, конечно, они не могут получить максимальный урожай. Основные причины этого — незнание особенностей формирования растений этого типа и несовершенство технологии выращивания.

По характеру роста и ветвлению побегов все сорта подразделяют на две большие группы:

- индетерминантные (высокорослые, с неограниченным ростом, способные образовывать пасынки в пазухах всех листьев);
- детерминантные (низкорослые, с ограниченным ростом, образующие большое число пасынков в пазухах нижних листьев; количество соцветий в связи с непродолжительным периодом культивирования невелико; растения, как правило, не требуют формирования).

Среди **детерминантных** растений выделяют ещё две подгруппы: супердетерминантные и полудетерминантные. Последние часто называют полудетами, или среднерослыми сортами и гибридами.

Биологические особенности индетерминантных растений. Гибриды томата индетерминантного типа характеризуются сильным вегетативным ростом, высокой ремонтантностью (быстрым возобновлением роста и цветения) и равномерной отдачей урожая. Большинство сортов и гибридов этой группы используют в теплицах, но их также выращивают в открытом грунте с подвязкой к опоре и на шпалере не только в тропической зоне (фото 1–20, б), но и в районах с умеренным климатом (фото 1–20, а).

В последние годы укоренились термины, характеризующие общий габитус и интенсивность роста растений, т.е. говорят о «вегетативном» и «генеративном» типах роста растений. Это заимствованные и не очень удачные термины, но к ним уже привыкли, поэтому есть смысл дать им характеристику. «Вегетативные» растения имеют большие светло-зелёные листья, толстый стебель, длинные междоузлия и соцветия с небольшим количеством цветков. К этой группе относятся гибриды F₁ *Малвазия* и F₁ *Стрега* и многие другие. «Генеративные» растения компактны, листья у них тёмно-зелёного

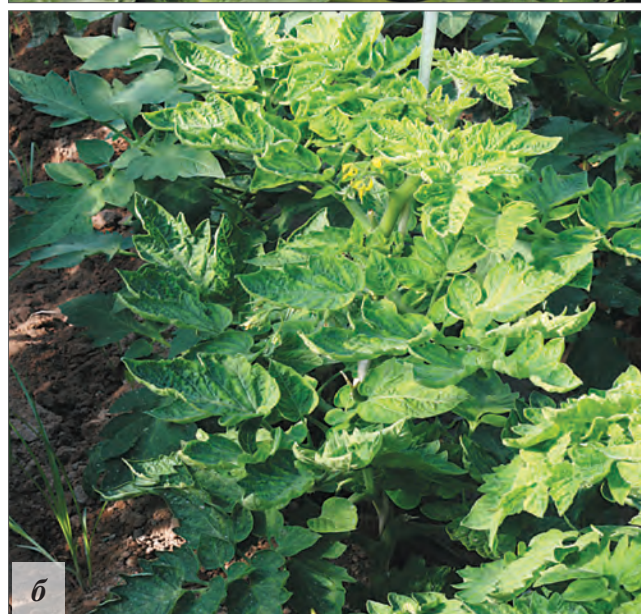


Фото 1–18. **Нарушения развития стеблей:**
а — курчавость вершины при избытке азота,
б — карликовость вызвана действием
вируса мозаики пепино (PerMV), в — отмирание
точки роста из-за климатических факторов



Фото 1–19. Размер пасынка оптимален для удаления (а)
переросший пасынок (б), после выламывания которого образуется большая ранка (в)

цвета, междоузлия короткие, соцветия закладываются часто, количество цветков в каждом большое, стебель по мере роста постепенно утончается. Примером генеративных гибридов могут быть F_1 Рауса и F_1 Кунеро, F_1 Малика, F_1 Кохава.

Баланс между ростовыми процессами вегетативных органов и формированием генеративных органов определяет внешний вид растения и его продуктивность. Когда говорят о вегетативности или генеративности растения, то имеют в виду нарушение баланса в ту или иную сторону.

В процессе выращивания технолог может смещать баланс ростовых процессов, изменяя параметры минерального питания, температуры и освещения. Например, избыточное увлажнение, высокие дозы азотных удобрений, пониженная температура и удаление части соцветий могут превратить «генеративный» гибрид в «вегетативный». Ограничение полива, снижение уровня минерального питания, повышение температуры, удаление части листьев, обработка некоторыми регуляторами роста могут перевести «вегетативное» растение в «генеративное» состояние. Знание характерной особенности сорта позволяет заранее вносить изменения в особенности формирования растений и в уровни минерального питания.

Формирование растений подразумевает механическое удаление органов растений с тем, чтобы получить максимальный урожай и затруднить развитие опасных заболеваний на растении. При этом надо учитывать, что с момента цветения первых соцветий до созревания плодов проходит обычно 45–50 дней. Поэтому формируют растения с учётом этого временного периода, т.е. овощевод должен удалять листья, боковые побеги и лишние цветки с расчётом на будущий урожай через 1,5 месяца. Это значит, что овощевод должен предвидеть все факторы (световые, сортовые, агрохимические, фитопатологические и температурные), которые будут воздействовать на рас-

тение, и правильно определить норму изъятия вегетативных и генеративных органов. Ясно, что планировать урожай можно только в современных теплицах с регулируемым климатом, с чётко налаженным агрохимическим и фитосанитарным контролем и с обученным персоналом тепличных мастеров и специалистов. В общем виде можно выделить 8 основных приёмов формирования растений:

1. Пикировка — удаление части корневой системы и пересадка семян в горшки. Эта процедура предусматривает прищипку главного корня для стимулирования роста боковых корней. В результате уменьшается доля корневой системы, что физиологически «старит» растение. Этот приём немного ускоряет время появления первых цветков и плодов. Но раннее появление генеративных органов ослабит растения, поэтому после пикировки принимают меры к увеличению массы корней, используя как агротехнические приёмы (снижение температуры почвы, её аэрацию), так и химические (обработка стимуляторами роста корней, например, препаратами Рутфарм и Квик-Линк).

2. Пересадка растений на постоянное место — предусматривает сначала расстановку рассады в рассадном отделении, перенос её в теплицу на постоянное место и высадку через некоторое время. При этом часть корневой системы теряется, но на этой стадии эффект «физиологического старения» незначителен, хотя следует снова проводить мероприятия для ускорения развития корневой системы, а главное — надо профилактически обработать растения от почвенной инфекции.

3. Нормирование первых соцветий — удаление части цветков для снижения нагрузки на молодое растение и увеличения размеров первых плодов. Обычно на первых 1–3 кистях оставляют не более 4 цветков, но это зависит от сортовых особенностей и типа гибрида: кистевой, коктейль-томат, черри-томат и т.д.

4. Удаление листьев, недоразвившихся плодов и отплодоносивших кистей на растениях до нижней плодоносящей кисти. Это улучшает режим влажности в нижней части растения и уменьшает энергетические траты растения. Кроме того, этот приём увеличивает «генеративность» растения, т. е. стимулирует ускорение созревания плодов.

5. Удаление боковых пасынков — выращивание растений в один стебель до стадии 5–6 кистей и далее, если это необходимо. Этот приём позволяет регулировать соотношение между вегетативной и генеративной частями в зависимости от интенсивности солнечной радиации и уменьшать нагрузку на растение.

6. Отпускание бокового пасынка. Практикуется на части растений в весенний и летний периоды после формирования 4–6 соцветий для увеличения выхода продукции в условиях нарастания интенсивности солнечной радиации, для увеличения листовой массы в теплице, улучшения режима относительной влажности воздуха и температуры в верхней части растений. Наиболее сильные пасынки обычно формируются под соцветием, их и используют в качестве бокового побега.

7. Обрыв незрелых плодов для ускорения созревания и уменьшения нагрузки на растение. Практикуется в ранний период, когда одновременно на нескольких кистях созревает множество плодов, а количество солнечной радиации недостаточно для быстрого их созревания. Применение препаратов, ускоряющих созревание, например, Свита, позволяет изменить ситуацию в лучшую сторону.

8. Вершкование (прищипка) растений — удаление всех боковых побегов и вершины главного побега. Если это сделано за 45 дней до ликвидации культуры, то завязавшиеся плоды успеют созреть. Приём уменьшает энергетические траты растения и создаёт условия для дружной отдачи урожая.

Ещё раз надо сказать, что это основные приёмы формирования растений, которые используются в процессе выращивания томата в теплицах. Овощевод должен творчески подходить к выбору того или иного способа и, учитывая складывающуюся обстановку в теплице, менять их и дополнять. Например, при слабом развитии корневой системы можно приспускать и прикапывать часть стебля, чтобы увеличить количество корней. При высокой температуре не следует удалять лист целиком, а достаточно обрезать только его часть. При уменьшении солнечной радиации удаляют часть листочков сложного листа, расположенных над цветущей кистью, чтобы улучшить её освещение и опыление цветков. Практикуется также обрыв части листьев, поражённых вредителями или болезнями. Это хотя и замедляет развитие растения, но позволяет временно сократить численность вредных организмов и снизить пестицидную нагрузку.

При выращивании томата на специальных подвоях, например, на *Бьюфорт* и *Максифорт*,



Фото 1–20. Выращивание индетерминантных гибридов в разных условиях: а — на шпалере в поле в Украине, б — в полевых условиях (Израиль), в — плёночная теплица (Украина), гибрид F₁ Малика.

получаются растения с мощной корневой системой, мало повреждающейся почвенными патогенами. В этом случае растение формируют сразу в два стебля (фото 1–21, а, г), что позволяет получить более высокий урожай плодов и сэкономить на семенах, т. к. урожайность привитых растений больше, чем корнесобственных, выращиваемых по традиционной технологии. Если корнесобственный томат формировать в два стебля (фото 1–21, а), то масса плодов снижается на 20–30%, а на привитом растении при такой же формировке (фото 1–21, г) снижение массы плодов незначительно.



Фото 1–21. Формирование томатов:

а — формирование индеты в два стебля, б — место прививки томата может разломиться, в — на привитом томате формируется больше плодов на F₁ Максиформт, г — образование адвентивных корней выше прививки

Однако надо учитывать, что при использовании привитых томатов теряется одно из достоинств гибридов — раннеспелость. Увеличиваются затраты на покупку семян подвоя, выращивание удвоенного количества сеянцев, на дополнительные технологические операции и на создание благоприятных условий для срастания привоя и подвоя. Естественно, в дальнейшем эти затраты окупятся сторицей, но все факторы следует учитывать при составлении бизнес-плана.

Таким образом, формирование растений является одним из основных приёмов, с помощью которого томат в умелых руках может раскрыть свой истинный потенциал.

Биологические особенности полудетерминантных гибридов томата. Полудетерминантные сорта и гибриды — это, по сути, детерминантные растения, у которых при достаточном освещении в норме происходит остановка роста основного

побега только после 6–8 соцветия, т.е. эти сорта можно охарактеризовать как детерминантные растения с вегетативным типом роста. У полудет, в отличие от индет, соцветия образуются не через 3 листа, а через 1–3 листа, поэтому растение имеет более компактную форму и отличается раннеспелостью. Эта особенность позволяет получать за сравнительно короткий период времени более высокий общий урожай, чем при выращивании индет. К достоинствам большинства известных полудет можно отнести также сравнительно разную устойчивость к заболеваниям и повышенную товарность плодов в сравнении с детами. Это делает выращивание полудет в укороченных культуuroоборотах предпочтительным.

За эти достоинства приходится расплачиваться овощеводам, т.к. полудеты требуют нестандартного подхода к формировке растений. Однако полученный урожай сторицей окупит и дополнительные затраты и вложенный труд.

При выращивании полудетерминантных томатов важно учитывать две их особенности:

1. Растения очень чувствительны к факторам внешней среды и при неблагоприятных условиях склонны к несвоевременному самоограничению роста основного побега, что приводит к снижению ранней урожайности. Поэтому в процессе выращивания основное внимание должно быть обращено на создание условий, способствующих росту и развитию растений (невысокая норма высадки растений, достаточная освещённость). Желательно оставлять на каждом растении один пасынок, который мог бы заменить основной побег в случае его неожиданного завершинивания.

2. Скорость отдачи и общий урожай у этих сортов значительно выше, поэтому уровень минерального питания должен быть более высоким. В период плодоношения растения испытывают острый дефицит калия, магния и железа, которые необходимы для фотосинтеза, образования и налива плодов. В это время соотношение между азотом и калием в почве должно быть 1:1, тогда как в начальный период вегетации количество азота обычно в 2 раза выше.

Для получения максимального урожая с использованием полудетет главным является создание условий для развития ремонтантности растений, т.е. обеспечение непрерывности развития основного и замещающих побегов. Известно, что главным фактором, влияющим на «вершкование» растений, является свет. Причём свет необходим с момента образования семядолей. Загущенный посев приводит к снижению освещённости сеянцев. В зимний и ранневесенний периоды освещённость должна быть не менее 6000 люкс, а продолжительность светового дня не менее 14–16 часов. Свет должен попадать не только на листья, но и на стебли. В противном случае стебель начинает непропорционально удлиняться, рассада в результате заваливается. Развитие первого соцветия начинается на 10–15 день после появления всходов, поэтому недостаток света в этот период может привести к потере первого соцветия или к его недоразвитию. Этот же фактор способствует детерминации основного побега, в этом случае говорят о потере растением вершины. Освещённость является главным лимитирующим фактором, поэтому следует сажать полудетерминантные томаты на постоянное место по схеме 50×70–80 (см), или 2,4–2,6 растения на 1м². При более плотной посадке вероятность быстрого вершкования томата велика. Растения лучше сажать в две строчки, направляя вершины в разные стороны. Посадки следует хорошо подкармливать, учитывая, что до начала плодоношения томат особенно требователен к уровню азота, калия, магния и бора.

Формирование растений преследует две цели: регулирование вегетативного роста растения в зависимости от фазы его развития и стимулирование образования максимально возможного

количества плодов. Овощевод своими руками устанавливает определённое соотношение между надземной и подземной частями растений, а также между вегетативными и генеративными органами. Ошибка в такой балансировке чревата потерями урожая. Надо учитывать, что у полудетерминантных гибридов в норме первая кисть закладывается над 9-м листом. В летние месяцы, при выращивании томата во втором культурообороте, первое соцветие может образоваться раньше — над 7-м листом. Последующие соцветия обычно закладываются через 2, реже — через 1 лист. При недостатке света между соцветиями может быть 3–5 листьев. При избытке света могут формироваться два соцветия подряд.

Обычно полудеты формируют либо в 2 стебля (рис. 3), либо методом периодического перевершинивания, отклоняя ось растения через каждые 2–3 соцветия, а в качестве побега продолжения используют самый мощный пасынок. Вершину старого побега прищипывают после образования на нём 1–2 кистей. Над последним соцветием оставляют 1–2 листа. Большой урожай получают при втором способе формирования, растение получается высокое, 1,5–2 м высотой. На нём формируется 14–16 кистей до шпалеры. При первом способе формирования второй побег получают за счёт пасынка под первым или вторым соцветием.

Возможно успешное выращивание полудет как в зимне-весеннем, так и в летне-осеннем культурооборотах. В каждом есть небольшие отличия в формировании растений. В первом обороте из-за хронической нехватки света следует нормировать количество плодов на первых 2-х соплодиях,

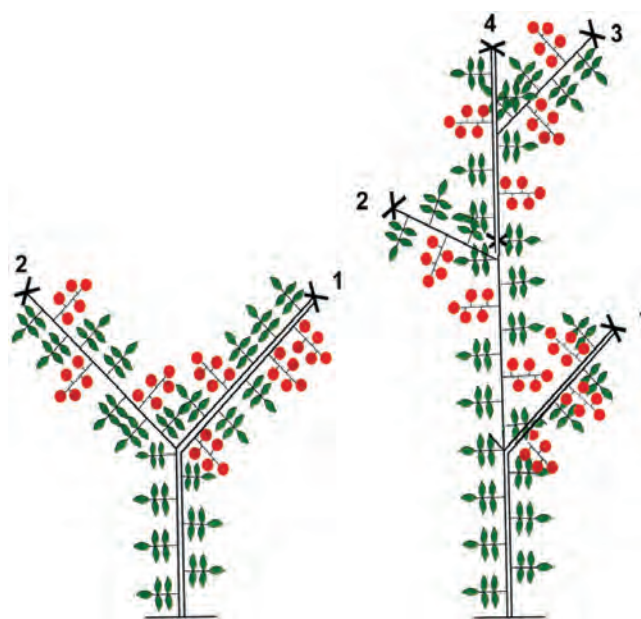


Рис. 3. Два способа формирования полудетерминантных растений томата (по: Гавриш и др., 2003)



Фото 1–22. Детерминантные гибриды томата:

а — супердета гибрид F_1 Катя, б — детерминантный гибрид F_1 Рок-н-Ролл, в — полудета F_1 Силуэт,
 г — завершение основного побега с образованием конечного соцветия у детерминантных томатов,
 д — формирование 2-х соцветий подряд у полудетерминантного томата

оставляя не больше 3–4, т.к. большее их количество тормозит развитие и удлиняет период созревания плодов. В осеннем обороте следует добиваться завязывания максимально возможного количества плодов, т.к. в этот период томату свойственно «жировать» при недостаточной нагрузке плодами. Большая нагрузка растений плодами останавливает «жирование», что способствует меньшей поражаемости растений фитофторозом. А небольшая задержка со сроками сбора плодов только на руку овощеводу, т.к. первые сборы начинаются позже, когда цена на помидоры возрастает.

По массе плодов полудетерминантные гибриды делятся на среднеплодные, крупноплодные и биф-томаты (мясистые). Среди среднеплодных хорошо известные гибриды F_1 — **Семко 99**, **Силуэт**, **Минарет**, **Благовест**, **Верлиока** и пр. Количество крупноплодных гибридов невелико, они имеют более продолжительный период созревания, но этот недостаток вполне компенсирует масса плодов, достигающая 250–400 граммов. Среди крупноплодных известны гибриды F_1 **Салар**, и F_1 **Исфара**.

Особенности выращивания детерминантных растений. Детерминантные сорта и гибриды — это растения, у которых в норме происходит остановка роста основного побега после 2–5 соцветия, причём первое соцветие образуется обычно после 5–7 листа. Такая особенность даёт возможность получать более ранний урожай в сравнении с индетами. К достоинствам большинства известных детерминантных сортов и гибридов можно отнести сравнительно невысокую стоимость семян, раннеспелость (плоды созревают на 1–2 недели раньше полудет и на 2–3 недели раньше индет), а также простоту выращивания. В связи с непродолжительностью вегетационного периода растения обычно не формируют, оставляя все листья, соцветия и плоды. Если индеты и полудеты представлены исключительно стелющимися формами стебля, то у детерминантных сортов есть ещё штамбовые формы. Их урожайность меньше, у овощевода появляется возможность получать плоды хорошего качества без использования специальных опор (колышков, шпалеры и т.д.).

Детерминантные растения быстро формируют соцветия не только на основном, но и на боковых побегах. Большая нагрузка плодами тормозит развитие вегетативной массы, рост побегов прекращается до тех пор, пока не будет убран основной урожай. Тогда при благоприятных условиях начинается вторая волна роста побегов. Вторую волну плодов можно будет собрать только в южных регионах, где продолжительность тёплого периода достаточно велика.

Супердетерминантные томаты (супердеты) выделены в отдельную подгруппу в связи с очень коротким периодом от появления всходов до созревания плодов. По сути, это генеративные деты, заканчивающие рост основного побега обычно после 2–3-й кистей, при этом образующие множество боковых побегов, из-за чего растения приобретают вид небольших разветвлённых кустов. Сорта этой группы отличаются скороспелостью и дружностью отдачи урожая. Например, за первые 2–3 недели плодоношения на них созревает 60–70% урожая (Гавриш, 2003). К этой группе томатов относятся такие известные гибриды как *F₁ Дружок*, *F₁ Семко-Синдбад*, *F₁ Анюта* и пр.

Роль стебля в жизни томата можно охарактеризовать очень просто. Это основная транспортная магистраль между всеми органами растения, обеспечивающая перемещение воды, минеральных и органических веществ, удерживающая плоды и выносящая листья и цветки к свету. При нарушении целостности стебля растение погибает или останавливается в росте до регенерации новых органов.

ЦВЕТКИ томата собраны в соцветие. Развитие первых цветков начинается в пазухе зачатка листа на 10–15 день после появления всходов. Формирование цветков следующего соцветия происходит примерно через 8 дней. От всходов до начала распускания первого цветка в обычных условиях у растений детерминантных сортов проходит 50–60 дней, супердетерминантные растения могут зацвести на 10–15 дней

раньше. Напротив, индетерминантные растения зацветают на 2–3 недели позже. У диких видов томата цветок пятичленный (фото 1–23, а), у культурного томата такие цветки имеют лишь немногие сорта (например, *Балконное чудо*, *Гумберт* и *Сан Марцано*), большинство же с 6–13-членными цветками. В пределах сорта число элементов варьирует в небольших пределах.

Бутонизация, или период от видимого появления соцветия в пазухе листа до начала цветения, длится 15–20 дней. В норме цветочные бутоны имеют в длину около 1 см. Плотно прижатые чашелистики защищают внутренние органы цветка. Обычно бутоны вскрываются попарно, при этом чашелистики отгибаются вверх, освобождая лепестки венчика. Образование пыльцы начинается за 6–8 дней до начала распускания цветка. В фазу жёлто-зелёного бутона (за 1–2 дня до раскрытия цветка) рыльце пестика готово к принятию пыльцы. Этот период продолжается примерно 4–6 дней.

Строение цветка. Цветок томата колосовидной формы, обоеполый; состоит из цветоножки, цветоложа, чашечки, венчика, тычинок и пестика (фото 1–23, а, в). Чашелистики, лепестки венчика и тычинки, как правило, имеют одинаковое число элементов.

Цветоножка, цветоложе и чашелистики зелёные, причём нередко они имеют тёмно-зелёный цвет за счёт повышенного содержания хлорофилла. **Чашечка** в норме сросшаяся, в цветке минимально 5 чашелистиков (фото 1–23, а), их количество варьирует в небольших пределах. Строение **чашелистиков** аналогично строению листьев, только концентрация всех морфологических структур (железистых волосков, трихом, зубчиков и пр.) значительно выше (фото 1–24). Длина чашелистиков варьирует в больших пределах и зависит от сорта томата. У некоторых чашелистики короче лепестков **венчика** в 2–3 раза, у других — значительно длиннее. После оплодотворения венчик, тычинки и часть пестика отмирают, но чашечка функционирует до полного созревания плода.



Фото 1–23. Морфология цветка томата:

а — простой 5-членный цветок, б — конус из тычинок; в — пестик в тычиночной трубке; г — длинностолбчатый цветок

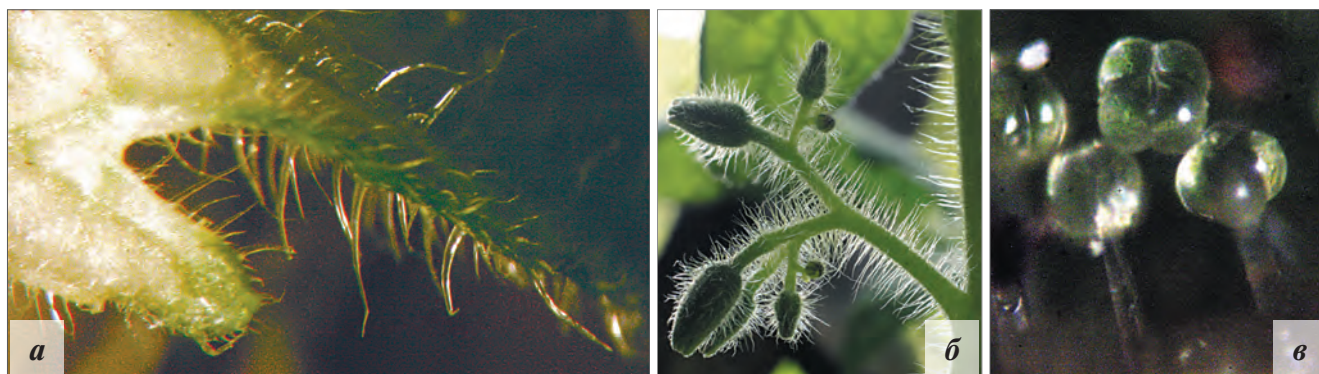


Фото 1–24. Трихомы (а) и железистые волоски (б, в) на поверхности чашелистиков

Цветоножка утолщается и становится плодоножкой. Различают два типа плодоножек: с сочленением и без него (см. ниже).

Эпидерма чашечки состоит из клеток сложной формы, плотно прилегающих друг к другу, что обеспечивает механическую прочность покровов. На поверхности находится множество устьиц, обеспечивающих интенсивную транспирацию, охлаждение цветка, а потом и плода, а также приток воды и питательных веществ.

Поэтому размер чашелистиков важен: чем они больше, тем лучше будут защищены от высокой температуры цветки, а затем и плоды. Размер чашечки генетически детерминирован. Больше известен пример с геном *rin*, который, кроме увеличения лёжкости плодов, влияет на формирование длинных чашелистиков (фото 1–25, б). Ген *multiplex* отвечает за формирование разросшихся чашелистиков, похожих на лепестки венчика; ген *pistillate-2*, наоборот, вызывает редукцию чашечки.

Функционально венчик должен привлекать насекомых-опылителей к цветку. Для томата характерно самоопыление, в связи с чем **венчик** развит слабо и имеет небольшой размер. Он состоит из 5 и более жёлтых лепестков, которые срастаются не только между собою, но и с тычинками, что свиде-

тельствует о единстве их происхождения. Жёлтая окраска лепестков и тычинок обусловлена наличием гликозида флавона, растворённого в клеточном соке (фото 1–26, б).

Нередко соседние цветки срастаются между собой, что приводит к образованию причудливых форм завязи. Появление сросшихся цветков может быть следствием нарушения развития растения, влиянием факторов внешней среды (фото 1–27, а, б) или наследуется мутантными генами. Например, ген *chrs* (*chrysanthemum sterile*) в гомозиготном состоянии определяет формирование крупных цветочных бутонов (диаметром до 6 см) с многочисленными маленькими, бледно-жёлтыми лепестками и несросшимися тычинками, не имеющих пыльники (фото 1–25, в).

Эпидерма венчика состоит из клеток округлой формы; трихомы, железистые волоски и устьица отсутствуют. Размер и цвет лепестков венчика может сигнализировать о состоянии растения в целом. В благоприятных условиях лепестки яркие и большие, в стрессовых — венчик небольшой и окрашен в светлые тона.

Цвет венчика генетически детерминирован и коррелирует с хозяйственно-важными признаками. Например, ген *Beta-carotene old gold*



Фото 1–25. Особенности строения разных цветков томата:

а — нормальный цветок с короткими чашелистиками, б — цветок томата с геном *rin* имеет удлинённые чашелистики, в — срастание множества цветков у растения, содержащего в гомозиготном состоянии ген *chrs* (фото А.А.Везиева)