

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-79-83>
УДК 635.64:581.143

П.И. Иванов^{1, 2},
В.И. Терехова^{2*}

¹ ООО "Луховицкие овощи"
Московская область, Луховицкий район,
Жуковского ул., д.20, стр.2

² Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образо-
вания «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
127550, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки:
v_terekhova@rgau-msha.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликтов интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в ана-
лизе материалов, планировании и написании
текста статьи и формировании выводов.

Для цитирования: Иванов П.И., Терехова В.И.
К вопросу роста и развития плодов томата.
Овощи России. 2023;(5):79-83.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-79-830>

Поступила в редакцию: 28.06.2023

Принята к печати: 11.09.2023

Опубликована: 29.09.2023

Pavel I. Ivanov^{1, 2},
Vera I. Terekhova²

¹ LLC «Lukhovitsky vegetables»

² FSBEI HPE Russian State Agricultural University
– Moscow Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya Str.,
Moscow, 127550, Russia

*Correspondence: v_terekhova@rgau-msha.ru

Conflict of interest: The authors declare that there
are no conflicts of interest

Authors' Contribution: All authors participated in
the analysis of materials, planning and writing the
text of the article and forming conclusions.

For citation: Ivanov P.I., Terekhova V.I. On the
issue of growth and development of tomato fruits.
Vegetable crops of Russia. 2023;(5):79-83. (In
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-79-83>

Received: 28.06.2023

Accepted for publication: 11.09.2023

Published: 29.09.2023

К вопросу роста и развития плодов томата



Резюме

Использование технологий в тепличном овощеводстве, обеспечивающих экологическую безопасность, высокие показатели продуктивности растений – важная составляющая. Возрастающая популярность мелкоплодных плодов томата, обусловленная более привлекательным вкусом за счет высокого содержания сахаров по сравнению с крупноплодными формами, способствует увеличению производственных площадей под мелкоплодными томатами в нашей стране. В этой связи актуальными являются вопросы гормональной регуляции процессов завязывания плодов, их роста, причины опадения. В статье изложены представления о синтезе ауксина в зарождающемся семени и синтезе гиббереллинов в перикарпе, условиях и процессах, обуславливающих интенсивный рост плодов. Рассмотрены необходимые производственные условия для хорошего опыления цветков томата – температура, влажность, количество пыльцы и насекомые-опылители. Приведены производственные условия, элементы технологии и годовая урожайность, в зависимости от периода выращивания, мелкоплодных гибридов томата F₁ Аксиани красный, F₁ Сорентино, F₁ Саополо в тепличном комбинате ООО «Луховицкие овощи».

Ключевые слова: ауксины, гиббереллины, этилен, абсцизовая кислота, томат, завязывание плода, рост плода, микроклимат

On the issue of growth and development of tomato fruits

Abstract

The use of technologies in greenhouse vegetable growing that ensure environmental safety, high plant productivity is an important component. In this regard, the issues of hormonal regulation of the processes of fruit set, their growth, and the causes of abscission are topical. The synthesis of auxin in the nascent seed and the synthesis of gibberellins in the pericarp is carried out due to cell division and elongation and cause intensive fruit growth. In the literature review, the necessary production conditions for good pollination of flowers are considered - temperature, humidity, pollen amount and pollinating insects.

Keywords: auxins, gibberellins, ethylene, abscisic acid, tomato, fetal set, fetal growth, microclimate

Томат – поливитаминное широко популярное растение во всем мире. Плоды содержат витамины, каротиноиды, фенольные соединения [1,2,3,4], обладают противовоспалительным, противомикробным, сосудисторасширяющим, кардиопротекторным, антиоксидантным действием. Каротиноиды и полифенольные соединения обогащают питательную ценность плодов томата и улучшают их органолептические свойства, такие как вкус, аромат [5,6,7,8]. Благодаря биохимическому составу плоды рекомендуют в различных диетах [8].

Размер и форма плодов зависят от сорта и условий выращивания. Различают крупноплодные (больше 150 г), среднеплодные (100-150 г), круглоплодные (70-100 г), коктейльные (30-50 г), вишневидные (15-25 г), смородиновидные (менее 10 г) [9].

В последние годы увеличены площади под томатом черри в нашей стране, они широко используются в ресторанном бизнесе, у потребителей при использовании в свежем виде, приготовлении салатов с использованием цельных плодов. Возрастающая популярность плодов черри обусловлена содержанием сахаров, витаминов в 1,5-2 раза более высоким по сравнению с крупноплодными формами.

Годовая урожайность томата черри может составлять 22-30 кг/м², зависит от количества сформировавшихся соцветий на растении и плодов. В производственных условиях тепличного комбината ООО “Луховицкие овощи” годовая урожайность гибридов томата черри, на которых проводили исследования в 2021-2023 годах, составила у F₁ Аксиани красный – 22,3 кг/м², F₁ Сорентино – 23,6 кг/м², F₁ Саополо – 23,4 кг/м².

Завязывание и развитие плодов – сложные процессы, требующие координации различных фитогормонов [10,11,12]. Развитие плода томата происходит после процесса двойного оплодотворения и начинается с завязывания плода, параллельно с образованием и формированием семян. Опыление и оплодотворение приводят к изменению баланса фитогормонов и активации процессов в семязпочке, происходит ослабление ингибирующего действия абсцизовой кислоты [13]. Повышение содержания ауксина в оплодотворенной семязпочке томата приводит к завязыванию плодов [14,15]. Завязавшийся плод характеризуется накоплением в перикарпе ауксинов и гибберелинов, синтез которых индуцируется ауксинами, гены которых экспрессируются в самом плоде томата, интенсивный рост которого обусловлен делением и растяжением клеток [16,17,18,19,20,21]. На 8-й день приходится первый уровень ауксина, на 30-й день второй уровень [22].

В производственных условиях для хорошего опыления цветков необходимо соблюдение определенных условий – температуры, влажности, правильного развития цветков, достаточного количества пыльцы и насекомых-опылителей (чаще применяют шмелей).

Растения томата к длине дня не очень чувствительны во время цветения, но вегетативный рост усиливается при длинном дне из-за повышения содержания хлорофилла, более длинном фотопериоде. Температура является самым важным факто-

ром интенсивности развития цветков. При температурах воздуха выше 20°C цветки развиваются быстрее. Однако слабое запаздывание развития соцветий во время роста семян вызывают низкие температуры корней (12°C) [23].

Также одной из причин отсутствия образования развитого соцветия, является недостаточная интенсивность освещения. Когда недостаток света ограничивает рост всего растения, происходит сбрасывание цветочных почек. В момент, когда высокая температура и слабое освещение может наблюдаться наибольшее сбрасывание цветочных почек. Но есть прием, снижающий сбрасывание: подкормка углекислым газом.

Для того чтобы проходило нормально цветение, каждому соцветию (кисти) требуется 100 Дж/см² и 100 Дж/см² на растение. Если уровень освещенности ниже, то происходит полное сбрасывание цветков в кисти. В условиях недостаточной освещенности происходит отмирание соцветий. Растения томатов черри закладывают больше цветков (18-24 цветочка) по сравнению с крупноплодными (4-6 цветочков) и обыкновенными сортами томата (8-12 цветочков), т.к. выращиваются при ночной температуре 14-15°C и при температуре 13°C для получения раздвоенных кистей) [24].

Характерно удлинение или ветвление соцветия. У томата черри индекс цветения соцветия составляет 1-1,2 соцветия (кисти) в неделю. Влияние на скорость цветения оказывает дневная температура. Если дневная температура будет низкая, а ночная относительно высокая происходит более медленное формирование кисти (на 3-5%). Чем выше температура, тем больше кистей будет формироваться на растении, но есть и обратная сторона – растения могут уходить в генеративную сторону или же кисти и цветки формируются слабые с мелкими плодами (слишком быстрый рост) [25].

В процессе опыления происходит завязывание плодов на растениях томатов черри. Главные условия хорошего опыления: температура и ОВ воздуха (осыпание пыльцы на рыльце пестика и прорастание), правильное развитие цветков и достаточное образование пыльцы [26].

Хорошее опыление – залог высокой товарности плодов и высокой урожайности. Но несмотря на то, что растение томата является самоопыляющимся, давно признано экономически оправданным приемом стимулирование опыления [27]. Ранее стимулирование опыления осуществляли механическими приспособлениями, опрыскиванием гормональными препаратами, опыление пчелами. Сейчас же признано более эффективным опыление шмелями. Плоды – полученные в результате опыления, имеют более высокую товарность, снижают затраты ручного труда и делают опыление менее зависимым от климатических условий. Прибавка урожайности в процессе опыления шмелями составляет от 6 до 24% [28].

Хорошее плодобразование зависит от внешних факторов. Оптимальные процессы: образование пыльцы, прорастание пыльцевых зерен и рост пыльцевой трубки. Индекс плодобразования опреде-

ляется процентным отношением количества завязей к количеству цветков на кисти. Плоды могут не завязаться, хотя проходило обильное цветение, связано это с неправильным опылением цветков, слабое прорастание пыльцы, высокая дневная температура ($>30^{\circ}$) – вызывает стерильность пыльцы, низкая температура ($<15^{\circ}\text{C}$) – задержка образования плодов, низкая температура ($<10^{\circ}\text{C}$) – из-за остановки развития растения, температура $20\text{--}27^{\circ}\text{C}$ является оптимальной для прорастания пыльцы, низкая влажность воздуха (60%), низкая интенсивность освещения и низкий ИЛП [29]. Низкая ОВ воздуха ($<60\%$) вызывает высыхание пыльцы и осыпание, высокая ОВ воздуха ($>95\%$) вызывает слипание пыльцы, и она не осыпается – эти факторы влияют на прорастание пыльцы.

Для увеличения интенсивности завязывания плодов в следствии опыления необходимо использовать шмелиные семьи. На томатах черри количество выставленных шмелиных семей на га выше (до 12шт), чем для средне и крупноплодных гибридов томата (6-8шт) [30].

В случае отсутствия опыления могут формироваться очень мелкие плоды – так называемые «Пуфики», которые сохраняются до конца плодоношения. Такие плоды формируются из цветков, которые открылись через 7 дней от начала цветения кисти, и как правило остаются мелкими и не развитыми. Это происходит из-за нехватки ассимилятов, т.к. начала формироваться новая кисть [31].

Важно проводить нормирование плодов в соцветии (удаление части цветочков) томатов черри – это необходимо для получения качественной, полностью сформированной и выполненного соцветия. В зависимости от гибрида, времени года нормирование проводят на 12, 14 и 16 плодов. Так гибриды томата черри F_1 Аксиани, F_1 Сорентино, F_1 Саополо нормируют на 14 плодов в осенний период, на 10-12 плодов в зимний период, на 14 плодов в весенне-летний период. Раздвоенные соцветия (кисти) нормируют, оставляя двойное соцветие, но с меньшим количеством плодов – по 10 плодов в каждой кисти.

Так как сбор проводят кистями, в случае неправильно подобранного нормирования, кисти будут слишком длинными и нижний плод в кисти не будет успевать созревать. В этом случае, его необходимо удалять, иначе на верхних плодах может проявляться растрескивание. Однако верхний плод в кисти самый крупный, и его потеря при неправильной или несвоевременно проведенной нормировании кисти приведет к существенной потере урожайности.

В процессе роста плодов снижается интенсивность ростовых процессов вегетативных органов растения. В первые 2-3 недели плоды растут медленно, в течении следующих 3-4 недель происходит более быстрый рост – за счет увеличения размера клеток. Плоды накапливают большую часть своего веса в фазу зеленой зрелости. В оставшиеся 2 недели рост плодов вновь замедляется – за счет того, что импорт ассимилятов прекращается и начинаются биохимические изменения – переход в фазу созревания (переход из зеленой фазы зрелости в желтую, из желтой в оранжевую и красную).

Через 11 дней после первых изменений окраски плода прекращается поступление ассимилятов и формируется отдельный слой между плодом и чашечкой. В зависимости от гибрида плоды на кисти могут держаться крепко (не происходит осыпания) – очень важный фактор при сборе томатов черри кистями. На других гибридах может происходить осыпание плодов с кисти при достижении 5 степени зрелости, такие гибриды томатов черри выращивают для сбора штучно – плод легче отделяется от плодоножки 3-4 степени зрелости [27].

Опадение (сбрасывание плодов) – коррелятивно управляемый активный процесс, при котором растение избавляется от уже ненужных органов при помощи отдельной ткани. Нередко растения испытывают несколько волн опадения репродуктивных органов. Опадение цветков и завязей на ранних стадиях связано с плохим опылением и неблагоприятными условиями среды. Эти случаи достаточно хорошо освещены в литературе. Второй период – во время налива плодов и роста завязей, когда растение противостоит чересчур обильному плодоношению. В нашем случае происходит именно это. Третий период – опадение плодов при их созревании.

Опадение плодов происходит в результате отрыва плодоножки по отдельному слою. Отделительная ткань располагается у основания черешка или цветоножки, на расстоянии 1,0-1,5 см от цветоножки. Она состоит из двух – трех слоев очень мелких паренхимных клеток, расположенных поперек цветоножки. При созревании плода, так же как и в случае опадения зеленого плода, в отдельной ткани происходят необратимые изменения, заключающиеся в обособлении и ее последующем отмирании, следствием чего становится разрыв плодоножки и опадение плода.

В коррелятивной регуляции опадения плодов принимают участие ауксины, этилен, абсцизовая кислота, факторы старения. Опадение плодов вызывается нарушением гормонального баланса ауксина и этилена в растении. Оба гормона синтезируются растением. Ауксин выделяется при росте семян в плоде, а этилен вырабатывается мякотью плодов. Этилен разрушает клетки отдельного слоя, ауксин задерживает этот процесс.

Этилен стимулирует опадение двояким образом: во-первых, он задерживает синтез и передвижение ауксина по растению, вследствие чего снабжение ауксином отдельной ткани уменьшается. Во-вторых, он индуцирует в отдельной ткани (и только там!) при синтезе РНК целлюлазу, пектиназу или оба эти фермента. Факторы старения, включая абсцизовую кислоту, которые поступают из стареющих плодов, так же стимулируют опадение. Стареющие плоды вырабатывают меньше ауксина и больше факторов старения, отдельная ткань стареет, этилен индуцирует опадение.

Плоды, если они еще не созрели, выделяя ауксин, препятствуют опадению. Когда процесс старения в отдельной ткани уже начался, он больше не подвержен влиянию ауксина. Ростовые веще-

Таблица. Созревание плодов томата черри в зависимости от среднесуточной температуры
Table. Ripening of cherry tomato fruits depending on the average daily temperature

Среднесуточная температура, °С	Томаты черри, суток созревания
15,0	56
16,0	51
17,0	46
18,0	42
18,5	41
19,0	39
19,5	38
20,0	36
21,0	34
22,0	32

ства, находясь в растении в очень низких концентрациях, могут влиять на ход метаболизма, причем механизм их действия выяснен пока недостаточно. Однако известно, что ростовые вещества могут транспортироваться из одной части растения в другую, накапливаясь в пороговых концентрациях в растущих органах. Развивающиеся семена являются источниками ауксина и гибберелловой кислоты, стимулирующими налив плодов.

Размер плодов и их форма определяется числом локул. А размер и масса плодов в пределах одного и того же гибрида в значительной степени (на 80%) обусловлена изменением числа семян в плодах, которые являются центрами синтеза ауксина. Таким образом, чем больше семян в плоде, тем больше они синтезируют ауксина, тем быстрее наливается плод и быстрее созревает. А все факторы среды, влияющие на число семян в плоде томата, влияют и на опадение плодов.

От температуры существенно зависит скорость развития плодов, которая активирует работу ферментов, управляющих процессами развития и роста. При резком снижении температуры воздуха после захода солнца листья охлаждаются быстро, но плоды остаются теплыми дольше. За счет этого резко возрастает к ним приток ассимилятов, что приводит к интенсивному их росту [32].

Размер плодов на кисти можно регулировать, изменяя ЕС субстрата (высокая ЕС на подаче, снижение количества дренажа): при более высокой концентрации в субстрате, формируется мелкий плод на кисти, за счет этого увеличивается концентрация сахаров и кислотность в них.

Снижение ночной температуры до 14°C или повышение концентрации CO₂ в воздухе стимулирует рост плодов. При выращивании томатов черри применяют технологический прием стимулирующий рост плодов – периодическое удаление топового листа из макушки растений. Тем самым повышается конкурентность плодов в борьбе за доступные ассимиляты.

Для созревания плодов требуется определенное количество сумм температур. Кисть томатов черри созревает 39 дней при среднесуточной температуре 19°C и 42 дня при среднесуточной температуре 18°C (табл.) [31]. Факторы способствующие ускорению созревания: открытие 3х кистей (удаление листа) – попадает больше света в зимний период и поступает больше тепла от трубы роста; более высокий перепад день/ночь; повышенные уровни К в питательном растворе.

В процессе созревания плодов происходят серьезные изменения состава, окраски, вкуса, запаха и структуры. Такие изменения происходят во всех клетках плодов. Регуляция участков созревания проходит за счет растительных гормонов, которая зависит от факторов окружающей среды. В процессе разрушения хлорофилла и синтеза пигментов (каротиноидов и антоцианов) происходит окрашивание плодов.

На интенсивность созревания и снижение синтеза ликопина влияют пониженные температуры.

Синтез ликопина ингибируют температуры >30°C, поэтому нормальная окраска плодов образуется при температурах 23-25°C, а при температурах >30°C происходит нарушение окраски [33].

От баланса кислот и сахаров зависит вкус плодов, летучие ароматические соединения (спирты, сложные эфиры, альдегиды и т.д.) так же влияют на вкус, все они содержатся в очень малых количествах, но придают особый вкус и аромат свойственный для конкретного гибрида. Основой вкусовых свойств является баланс содержания кислот и сахаров. В том случае, если кислот и сахаров очень много, плоды приобретают терпкий вкус, при низком содержании кислот и высоком сахаров приобретает мягкий вкус, если же кислот и сахаров очень мало, то плоды становятся пресные и безвкусные. В случае, если кисти томатов черри созревали не на растении, проявляется отсутствие вкуса [34].

Заключение

Таким образом, в последнее время томат черри стал пользоваться популярностью, за счет размеров плодов (кисть выглядит привлекательно), неповторимого вкуса, разнообразия расцветок. Трудозатраты высоки, но это оправдано, т.к. стоимость плодов томата черри при реализации выше кистевых томатов. Современные технологии интенсивного выращивания позволяют получать высокие урожаи томата черри при выполнении ряда условий. Это качественное опыление (своевременное обновление и добавление насекомых-опылителей), поддержание оптимального микроклимата в теплице, своевременность выполнения технологических операций, нормирование плодов в соцветии.

Об авторах:

Павел Игоревич Иванов – аспирант кафедры овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, главный агроном ООО «Луховицкие овощи», p.ivanov@rostgroup.ru

Вера Ивановна Терехова – кандидат с.-х. наук, доцент, доцент кафедры овощеводства, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, автор для переписки, v_terekhova@rgau-msha.ru

About the Authors:

Pavel I. Ivanov – postgraduate student of the Department of Vegetable Growing Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, chief agronomist LLC «Lukhovitsky vegetables», p.ivanov@rostgroup.ru

Vera I. Terekhova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Department of Vegetable Growing, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, Correspondence Author, v_terekhova@rgau-msha.ru

• Литература

- Raiola A., Rigano M.M., Calafiore R., Frusciante L., Barone A. Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators Inflammation*. 2014. doi: 10.1155/2014/139873
- Liu Z., Alseekh S., Brotman Y., Zheng Y., Fei Z., Tieman D.M., et al. Identification of a *Solanum pennellii* Chromosome 4 Fruit Flavor and Nutritional Quality-Associated Metabolite QTL. *Front. Plant Sci.* 2016;(7):1671. doi: 10.3389/fpls.2016.01671
- Martí R., Roselló S., Cebolla-Cornejo J. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancers (Basel)*. 2016;(8):E58. doi: 10.3390/cancers8060058
- Li Y., Wang H., Zhang Y., Martin C. Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites?. *Plant Cell Rep.* 2018;(37):1443–1450. doi: 10.1007/s00299-018-2283-8
- Raiola A., Rigano M.M., Calafiore R., Frusciante L., Barone A. Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators Inflammation* 2014. doi: 10.1155/2014/139873
- Tohge T., Fernie A.R. Metabolomics-inspired insight into developmental, environmental and genetic aspects of tomato fruit chemical composition and quality. *Plant Cell Physiol.* 2015;(56):1681–1696. doi: 10.1093/pcp/pcv093
- Martí R., Roselló S., Cebolla-Cornejo J. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancers (Basel)*. 2016;(8):E58. doi: 10.3390/cancers8060058
- Мешков А.В., Терехова В.И., Константинович А.В. Овощеводство. Практикум: Учебное пособие для СПО. Издание второе, стереотипное. Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2021. 292 с. ISBN 978-5-8114-7213-0. EDN ASOANSR.
- Цыдендамбаев А.Д. Тепличный практикум: Томаты: дайджест ж-ла "Мир теплиц". Вып. 1. Москва: [б. и.], 2018.
- McAtee P., Karim S., Schaffer R.J., David, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Front. Plant Sci.* 2013;(4):79. doi: 10.3389/fpls.2013.00079
- Shinozaki Y., Nicolas P., Fernandez-Pozo N., Ma Q., Evanich D.J., Shi Y., et al. High-resolution spatiotemporal transcriptome mapping of tomato fruit development and ripening. *Nat. Commun.* 2018;(9):364. doi: 10.1038/s41467-017-02782-9
- Li Y., Lu Y., Li L., Chu Z., Zhang H., Li H., et al. Impairment of hormone pathways results in a general disturbance of fruit primary metabolism in tomato. *Food Chem.* 2019;(274):170–179. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.08.026
- Azzi L., Deluche C., Gévaudant F., Frangne N., Delmas F., Hernould M., et al. (2015). Fruit growth-related genes in tomato. *J. Exp. Bot.* 66, 1075–1086. doi:10.1093/jxb/eru527
- Mapelli S.C., Fropa C., Torti G. et al. Relationship between set, development and activities of growth regulators in tomato fruits. *Plant Cell Physiol.* 1978;(19):1281–1288
- Sjut V., Bangerth F. Effect of pollination or treatment with growth regulators on levels of extractable hormones in tomato ovaries and young fruits. *Physiol. Plant.* 1981;(53):76–78.
- Lemaire-Chamley M., Petit G., Garcia V. et al. Changes in transcriptional profiles are associated with early fruit tissue specialization in tomato. *Plant Physiol.* 2005;(139):750–769.
- Oubroucheva N.V. Hormonal regulation during plant fruit development. *Russian J. Dev. Biol.* 2014;(45):11–21. doi: 10.1134/S1062360414010068
- Srivastava A., Handa A.K. Hormonal regulation of tomato fruit development: A Molecular perspective. *J. Plant Growth Regul.* 2005;(24):67–82. doi:10.1007/s00344-005-0015-0
- McAtee P., Karim S., Schaffer R.J., David, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Front. Plant Sci.* 2013;(4):79. doi: 10.3389/fpls.2013.00079
- Shinozaki Y., Hao S., Kojima M., Sakakibara H., Ozeki-Iida Y., Zheng Y., et al. Ethylene suppresses tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit set through modification of gibberellin metabolism. *Plant J.* 2015;(83):237–251. doi: 10.1111/tpj.12882
- Shinozaki Y., Ezura H., Arizumi T. The role of ethylene in the regulation of ovary senescence and fruit set in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Plant Signaling Behav.* 2018;(13):e1146844. doi: 10.1080/15592324.2016.1146844
- de Jong M., Mariani C., Vriezen W.H. The role of auxin and gibberellin in tomato fruit set. *J. Exp. Bot.* 2009;(60):1523–1532. doi: 10.1093/jxb/erp094
- Физиология растений и микроклимат. Тепличный практикум: Дайджест журнала «Мир теплиц». М., 2015. 220 с.
- Тепличный практикум «Мир теплиц» Томаты: Технология (дайджест журнала «Мир Теплиц»). М., 2011. 203 с.
- Тепличный практикум «Мир теплиц» Томаты: Технология (дайджест журнала «Мир Теплиц»). М., 2018. 203 с.
- Король В.Г., Сортовая реакция томата на дополнительное опыление в условиях зимних остекленных теплиц. *Прогрессивные приемы технологии, селекции и семеноводства овощных культур*. М., 1987. С. 55–64.
- Король В.Г., О причинах опадения плодов томата в продленном обороте зимних теплиц // *Гавриш*. 2013;(6):12–14.
- Ахатов А.Б., Шишкина С.Н. Мир томата глазами фитопатолога. М.: Тов-во науч. Изданий КМК, 2021. 374 с.
- Цыдендамбаев А.Д. Томат под стеклом. Москва, 2021. 593 с.
- Король В.Г. Влияние сорта и различных способов дополнительного опыления на урожайность и размер плодов томата в условиях летне-осеннего оборота. *Селекция, семеноводство и сортовая технология производства овощей*. М., 1988. С. 180–191.
- Цыдендамбаев А.Д., Нестеров С.Ю., Семенов С.Н. Светокультура томата. М.: ООО Райк Цваан. 2014.
- Король В.Г. Как улучшить плодообразование томата. *Картофель и овощи*. 1994;(3):16–17.
- Вим ванн Криекен, Кес ванн Леннинг. Томаты и ликопин. *Мир теплиц*. 2008;(5):43–47.
- Бэртон У.Г. Физиология созревания и хранения продовольственных культур. Пер. с англ. И.М. Слижина. Под ред. Н.В. Обручевой. М.: Агропромиздат, 1985. 359 с.

• References

- Meshkov A.V., Terekhova V.I., Konstantinovich A.V. Vegetable growing. Second edition, stereotyped. St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2021. 292 p. ISBN 978-5-8114-7213-0. EDN ASOANSR.
- Tsydenambaev A.D. Greenhouse workshop: Tomatoes: digest of the magazine "World of greenhouses". Issue. 1. M.: 2018.
- Physiology of plants and microclimate. *Greenhouse workshop: Digest of the journal "World of greenhouses"*. M., 2015. 220 p.
- Greenhouse Workshop "World of Greenhouses" Tomatoes: Technology (digest of the magazine "World of Greenhouses"). M., 2011. 203 p.
- Greenhouse Workshop "World of Greenhouses" Tomatoes: Technology (digest of the magazine "World of Greenhouses"). M., 2018. 203 p.
- Korol V.G. Varietal reaction of tomato to additional pollination in conditions of winter glazed greenhouses. *Progressive methods of technology, breeding and seed production of vegetable crops*. M., 1987. P. 55–64.
- Korol V.G., On the reasons for the fall of tomato fruits in the extended turnover of winter greenhouses. *Gavrish*. 2013;(6):12–14.
- Akhmatov A.B., Shishkina S.N. The world of tomato through the eyes of a phytopathologist. M.: Tov-in scientific. Editions of KMK, 2021. 374 p.
- Tsydenambaev A.D. Glass tomato. Moscow, 2021. 593 p.
- Korol V.G. Influence of a variety and various methods of additional pollination on the yield and size of tomato fruits in the conditions of summer-autumn turnover. *Breeding, seed production and varietal technology for the production of vegetables*. M., 1988. P. 180–191.
- Tsydenambaev A.D., Nesterov S.Yu., Semenov S.N. Light culture of tomato. M.: ООО Raik Zwaan. 2014.
- Korol V.G. How to improve tomato fruit formation. *Potatoes and vegetables*. 1994;(3):16–17.
- Wim van Krieken, Kees van Lenning. Tomatoes and lycopene. *World of greenhouses*. 2008;(5):43–47.
- Burton W.G. Physiology of maturation and storage of food crops. M.: Agropromizdat, 1985. 359 p.