

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ МАНДАРИНА (*CITRUS RETICULATA* BL. VAR. *UNSHIU* TAN.) В СУБТРОПИКАХ РОССИИ

Горшков В.М., д-р с.-х. наук, Лошкарёва С.В., канд. с.-х. наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»
(Сочи)

Реферат. Рассматриваются основные погодные факторы, определяющие условия произрастания мандарина (*C. Reticulate* Bl. var. *unshiu* Tan.), и лимитирующие факторы, влияющие на возделывание растений. Определены наиболее информативные факторы – температура и количество атмосферных осадков. На основе полученных результатов сделан вывод, что основным лимитирующим фактором возделывания мандарина и других цитрусовых культур остаётся погода. Показано, что от погоды зависят ростовые, генеративные, физиолого-биохимические процессы растений, а также физиологические нарушения, развитие болезней, вредителей и урожайность. Температурный фактор имеет определяющее значение не только в зимний и летний период, но и в период активной генерации. Анализ результатов применения Т-критерия Стьюдента показал, что на уровне значимости 0,05 общая урожайность сортов мандарина 2019 года отличается от общей урожайности сортов 2018 года в большую сторону.

Ключевые слова: атмосферные осадки, продуктивная влага, max, min температурный фактор, ростовые процессы, цитрусовые

Summary. The main weather factors that determine the growing conditions of mandarin (*C. Reticulate* Bl. var. *unshiu* Tan.) and the limiting factors affecting the plants cultivation are considered. The most informative factors which are the temperature and amount of precipitation have been determined. According to results obtained was concluded, that the weather remains the main limiting factor in the cultivation of mandarin and other citrus crops. It is shown that the growing, generative, physiological and biochemical processes of plants, as well as physiological destruction, the development of diseases and vermins, and yield capacity depend on the weather. The temperature factor is of decisive importance not only in winter and summer, but also during the period of active generation. The analysis of the results of applying the Student's t-test showed that at a significance level of 0.05, the total mandarin yield of 2019 varieties differs from the total yield of 2018 varieties in a larger direction.

Key words: atmospheric precipitation, productive moisture, temperature factor, growth processes, citrus fruits

Введение. Цитрусовые – важнейшие плодовые культуры субтропических и тропических регионов. Прибрежно-черноморская зона субтропиков России находится на переходной границе возможного промышленного возделывания этих культур [1]. Основным лимитирующим фактором для них остаются погодные условия. В

данной работе рассмотрена особенность температурного режима и статистическая характеристика количества атмосферных осадков, недостаток которых при конкретном температурном режиме создаёт стрессовые ситуации для цитрусовых.

Для выяснения характера изменения погодных условий в субтропиках России будет проводиться сравнительная оценка различных периодов.

Объекты и методы исследований. Исследования проведены в 2018-2019 гг. на плантации ФГБНУ ВНИИЦиСК (Сочи), ныне ФИЦ «Субтропический научный центр РАН», на мандарине (*Citrus reticulata* Bl. var. *unshiu* Tan.) 2007 г. посадки, подвой *Poncirus trifoliata* Raf. Черноморское побережье Краснодарского края – единственный субтропический регион Российской Федерации. Влияние погодных условий на растения оценивались по методике ГСИ [2]. По данным ЕГМС АМС Сочи [3] определялись температура воздуха (средняя, min, max), количество осадков за сутки, декаду и месяц, сумма эффективных температур (свыше + 10 °С) за период вегетации (от распускания почек до созревания плодов [4, 5]. Корреляционная зависимость среднемесячной температуры воздуха и нормы осадков – по методике Б.А. Доспехова, уход – по агроправилам [6].

Обсуждение результатов. Анализ специфики погодных условий вегетационных периодов 2018-2019 гг. выявил их отличие по среднесуточной температуре 16,1 и 15,6 °С абсолютных min (-0,9 °С 2 марта и -0,2 °С 4 марта) и max (33,9 °С 28 июня и 31,7 °С 15 августа). В периоды вегетации и покоя цитрусовые не однозначно реагируют на экологические условия окружающей среды. Экстремальные температуры max и min оказывают существенное влияние на ростовые и генеративные процессы, а в конечном итоге на урожай. Кроме того, стрессовые ситуации создают высокие температуры воздуха 26 °С и выше (табл. 1), особенно при отсутствии или дефиците атмосферных осадков (в 2018 г. – апрель, май, июнь и август), а в 2019 г. (апрель, май и июнь) суммарный дефицит составил 306 мм или 306 л/м².

Агрометеорологические условия года – важнейшие факторы, определяющие урожай и качество продукции. Знание закономерностей воздействия погоды на ростовые и генеративные процессы цитрусовых растений в конкретные фенофазы их развития позволят снизить отрицательное влияние экологических факторов и получать стабильный урожай культуры по годам [7, 8, 9].

Специфика водного и термического режимов 2018 года представлена на рисунке 1. Вегетации 2018 г. предшествовала самая теплая из 4-х зим (-1,3 °С) Средняя температура марта составила 13,3 °С, что на 5 ° выше многолетней нормы. Последний заморозок в воздухе (-1 °С) наблюдался 2 марта. С 13 числа среднесуточные температуры устойчиво перешли через 10 °С, а с 20 – максимальная температура уже достигла 25 °С. Обилие осадков (208 мм) составляет 172 % от нормы.

Апрель был на 2 °С теплее нормы. Переход среднесуточных температур через 15 °С, наступил 25 числа, что на две недели раньше климатического срока. Осадков выпало мало, особенно во 2-ой и 3-ей декадах, всего 47 мм или 39 % нормы.

В мае установлен среднемесячный рекорд по теплу 19,6 °С. Среднесуточная температура через 20 °С перешла 18 числа, то есть наступило полноценное лето, почти на месяц раньше обычного (нормы). Опять отмечен дефицит осадков, особенно в 3-ей декаде. Всего их выпало 40,4 мм, что составляет 36 % нормы.

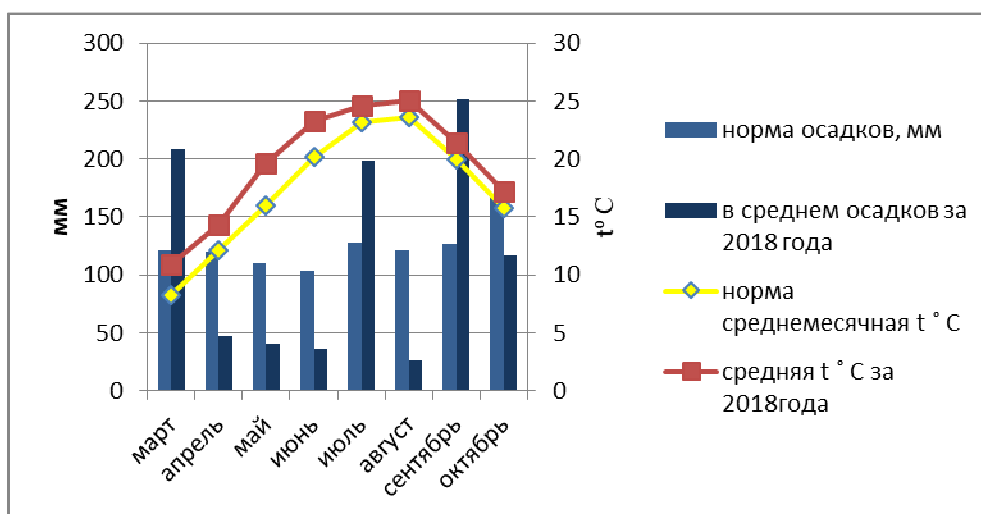


Рис. 1. Климатограмма Черноморского побережья Краснодарского края, 2018 г.

Июнь характеризовался существенным летним потеплением, при среднемесячной температуре 23,3 °С максимум достигал 33,9 °С. Вместе с теплом продолжалась и засуха. В 1-ой и 2-ой декадах выпало соответственно 0,4 и 2,5 мм, всего же осадков выпало 36 мм (35 % нормы).

В июле потепление нарастало, при средней температуре 24,6 °С максимальная достигала 32,4 °С. Однако в июле выпало почти 200 мм осадков при норме 128 мм, причем во 2-ой декаде – около 4-х норм, а в 3-ей всего 0,3 мм.

Август – самый жаркий месяц вегетационного периода. Среднемесячная температура (25 °С) на 1,5 ° превышает норму, причем средняя max температура достигала 29,5 °С при абсолютном максимуме 32,8 °С. Температурный фактор при недостатке атмосферных осадков и дефиците продуктивной влаги в почве создает стрессовую ситуацию цитрусовым растениям. Основная масса осадков 23 мм (19 %) выпала в 1-ой декаде, в остальные декады – соответственно 0,6 и 2,5 мм. Всего осадков выпало 36 мм или 21% от нормы. Общий дефицит влаги за месяц составил 95 л на м².

Сентябрь. Предшествующая жара спала. Средняя температура составила 21,4 °С, несколько выше контроля. Средняя max температура опустилась до 25,8 °С при абсолютном max 30,8 °С. Осадков выпало 251 мм или 198 % нормы, причем, основные осадки наблюдались во 2-й декаде, в 3-ей выпало всего 7 мм.

Октябрь. Среднемесячная температура снизилась до 17,2 °С, средняя max до 25,8 °С, при абсолютном max 30,8 °С. Обилие осадков наблюдалось в 1-ой и 2-ой декадах (244 мм) в 3-ей было всего 7 мм. В целом осадков выпало 251 мм или 198 % нормы.

Таким образом, максимальные температуры (25,8-29,9 °С при абсолютном max 33,9 °С), в сочетании с относительной засухой в мае, июне и августе (с осадками 35-21 % от нормы), могут создавать стрессы для цитрусовых растений.

Вегетация 2019 года началась раньше предыдущей на 3 дня. Средняя температура марта составила 6,5 °С, что на 0,5 °С ниже. Последний заморозок в воздухе (-0,2 °С) отмечался 4 марта, а на почве 24 марта (около нуля). Осадков выпало много (187 мм) – 156 % от нормы (табл. 1).

Таблица 1 – Погодные условия и фенология мандарина (*Citrus reticulata* Bl. var *unshiu* Tan.) в субтропиках России

Фенофаза	Начало фенофазы	Температура, °С			Осадки, мм		
		эффективных $t > 10 \square C$	среднее		норма	выпало	% от нормы
			min	max			
2018 год							
Распускание почек	6.04	355	10,2	18,9	120	47	39
Развёртывание 1-листьев	8.05	854	15,6	24,6	120	28	23
Образование бутонов	2.05	834	15,6	24,6	-	-	-
Цветение: - начало	25.05	875	19,7	25,4	110	40	36
- конец	12.06	896	19,7	28,6	104	36	35
Второй рост побегов	3.08	2371	21,3	29,0	1021	26	21
Созревание плодов	30.10	4021	12,2	19,2	167	164	9
Прекращение роста осенью	4.12	-	8,1	19,2	185	263	142
От распускания почек до созревания плодов (дни)	177				917	594	64
2019 год							
Распускание почек	2.04	123	10,4	16,4	120	60	50
Развёртывание 1-листьев	6.05	661	13,3	21,4	110	86	78
Образование бутонов	3.05	576	10,3	24,0	-	-	-
Цветение: - начало	22.05	1070	13,2	27,3	110	86	78
- конец	10.06	1304	21,4	29,8	104	87	83
Второй рост побегов	5.08	2441	18,7	26,9	121	177	146
Созревание плодов	25.10	4105	14,8	22,3	167	74	44
Прекращение роста осенью	30.12	-	7,8	9,2	185	116	63
От распускания почек до созревания плодов (дни)	176				917	686	74

Апрель был теплее обычного. Устойчивый переход среднесуточных температур выше 15 °С наблюдался с 8 по 14 апреля. Осадков выпало половина нормы (60 мм). Особенно сухо было в 3-ей декаде (выпало всего 3 мм) (рис. 2).

Май выдался теплее нормы на 2,6 °С. Синоптическое лето, то есть среднесуточные температуры выше 15 °С, установились на неделю раньше срока – с 30 апреля. Дождей выпало 86 мм или 78 % нормы. Осадки выпадали неравномерно: 67 мм, 46 мм и 15,4 мм.

В июне отмечен рекорд жары – 24,2 °С среднесуточная температура. Осадков в первых двух декадах не было, но в 3-ей декаде их выпало 86 мм или 82 % нормы. Июль был прохладнее нормы на 0,8 °С, особенно в 3-ей декаде, термометр опустился до 15,9 °С. Осадков выпало 162 мм, что на 27 % превышает норму, но вылились они в основном в 3-ей декаде.

Август выдался жарче обычного на 0,5 °С. Отмечен абсолютный min 15,0 °С – 6-го августа. Это холодный рекорд века для первой декады. Осадков выпало 165 мм, при норме 121 мм, превышение 37 %.

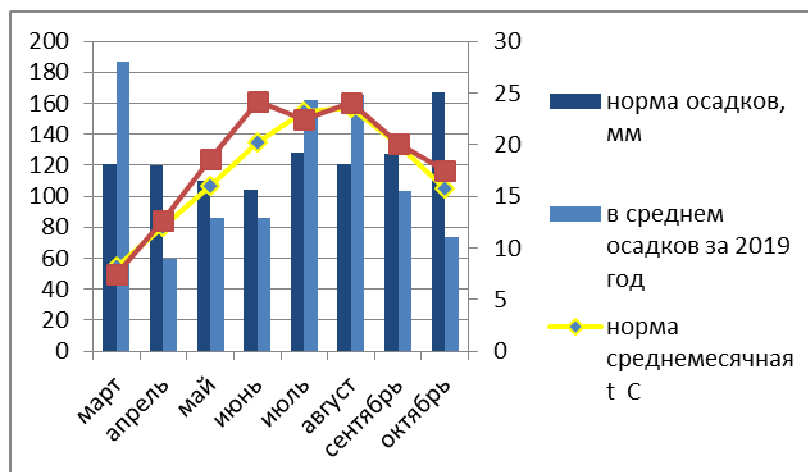


Рис. 2. Климатограмма Черноморского побережья Краснодарского края, 2019 г.

Среднесуточная температура сентября – в пределах 20,1 °С. Абсолютный мах 28,7 °С отмечен 5 сентября. Дождей выпало 103 мм или 81 %. В горах зафиксировано выпадение снега.

Октябрь превзошёл на 1,7 °С температурную норму. 30.10. 2019 года наступила синоптическая осень, то есть среднесуточная температура опустилась ниже 15 °С. Осадков выпало 74 мм (44 % при норме 167 мм).

Интенсивность ростовых процессов мандарина по периодам роста, а также суммарный прирост не однозначны и в большей степени зависят от погодных (метеорологических) условий года [10, 11]. Поэтому благоприятные условия для образования побегов и дифференциация цветочных почек в онтогенетическом развитии способствуют образованию генеративных органов, что в конечном итоге приводит к повышению урожая плодов мандарина.

Вегетация мандарина карликовой формы типа Васе начинается в конце марта-начале апреля при устойчивых среднесуточных температурах воздуха выше 10 °С: в 2019 г. более 120 °С, а в 2018 г. при более 350 °С (см. табл. 1). Отклонения по срокам наступления до 3-х дней. Несмотря на то, что распускание почек началось при температуре 355 °С и 123 °С (перепад составил 232 °С), сумма эффективных температур за период вегетации по годам исследований отличалась всего на 84 °С. Наряду с этим погодные условия в целом по годам отличались как по температурному, так и водному режимам. Так, в 2018 г. при среднем min 14,3 °С средний мах достигал 23,7 °С. Осадков было 594 л/м², дефицит составил 323 л/м² за счёт весенне-летних месяцев (апрель, май, июнь).

Развёртывание первых листьев начинается в начале мая, соответственно 8-го и 6-го числа. Проходит в течение 3-6 дней, при среднесуточной температуре 16,1 °С (2018 г.) и 15,6 °С (2019 г.), и заканчивается вместе с прекращением первого роста побегов в июне. Время наступления фенофаз бутонизации и цветения зависит в большей степени от погодных условий. Бутонизация в среднем длится около месяца 02.05.-12.06. (2018 г.) и 03.05.-10.06. (2019 г.), но может колебаться от 15 до 45 дней. Оптимальная температура для развития бутонов 13-16 °С. При более низких температурах снижается энергия их роста. Недостаток атмосферных осадков, а соответственно и продуктивной почвенной влаги вызывают дефицит влажности в листьях, что способствует сильному осыпанию бутонов.

Цветение мандарина начинается в конце мая (25 в 2018 г. и 22 в 2019 г.) и продолжается до середины июня. Период цветения длится 15-17 дней в зависимости от метеорологических условий. Оптимальная среднесуточная температура для этого периода 17 °С, высокие температуры опасны из-за усиленного осыпания завязей. Бутонизация и цветение – важнейшие фенофазы, определяющие количество урожая.

Формирование завязей мандарина начинается в конце мая. Оптимальные температурные условия воздуха 20-21 °С и почвы 22-23 °С с повышенной влажностью воздуха и хорошо увлажнённой почвой. Однако, часто в такой период наблюдаются аномальные погодные условия, вызывающие чрезмерное осыпание завязи. Так, в 2018 г. средние максимумы температуры достигали 25,4-29,0 °С при осадках от 21 до 35 % от нормы (см. табл. 1), при этом дефицит влаги составил 323 л/м². В 2019 г. погодные условия были мягче. При близком температурном режиме, дефицит влаги составил 231 л/м², что способствовало уменьшению потери завязи, но всё равно погодные условия отразились на урожае плодов.

Созревание плодов мандарина карликовых форм начинается во 2-ой половине октября, сильнорослых форм – на 20-25 дней позже при среднемесячной температуре 16-17,5 °С. Сумма эффективных температур в 2018 г. составила 4021 °С, а в 2019 г. – 4105 °С. В период созревания плодов растениям необходимо тепло и влага, при температуре ниже +10 °С рост плодов прекращается.

По результатам обработки полученных данных, за период исследований можно отметить, что урожайность сильнорослого сорта ‘Сочинский-23’ выше, чем у карликовых сортов Кавано-Васе и Миагава-Васе. Сорт ‘Иверия’ имеет промежуточное значение между карликовыми и сильнорослыми сортами (табл. 2).

Таблица 2 – Урожай (кг/дер.) мандарина ВНИЦиСК (2018-2019 гг.)

№	Сочинский-23	Иверия	Кавано-Васе	Миагава-Васе
2018 г				
1	18,5	14,0	15,7	19,0
2	14,7	13,7	14,0	15,5
3	19,5	18,5	16,8	13,5
ср.	17,5	15,4	15,5	16,0
2019 г				
1	23,0	18,0	16,5	21,5
2	18,5	15,6	18,0	14,5
3	20,0	16,8	17,5	18,0
ср.	20,5	16,8	17,3	18,0

Среди основных параметров получения урожая мандарина наиболее значимое влияние имеют температура и оптимальное количество атмосферных осадков (рис. 3). Разброс урожайности карликовых сортов незначителен и остаётся в пределах погрешности методики измерения как в 2018, так и в 2019 г.

Достоверность различия в общей урожайности сортов в разные годы оценивалась с помощью Т-критерия Стьюдента. Анализ результатов применения Т-критерия показал, что на уровне значимости 0,05 общая урожайность сортов 2018 года отличается от общей урожайности сортов 2019 г. При этом общая урожайность сортов в 2018 г. ниже на 12 % 2019 г. за счет аномальных погодных условий. Среди основных параметров получения урожая мандарина наиболее значимое влияние имеют температура и оптимальное количество атмосферных осадков.

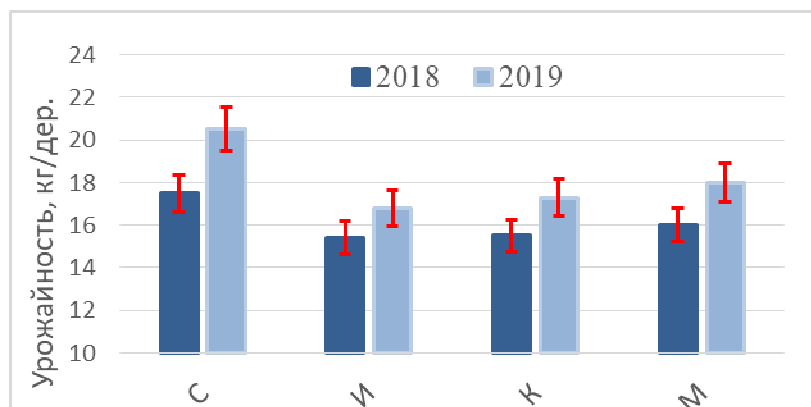


Рис. 3. Средняя урожайность сортов мандарина в 2018 и 2019 г. Вертикальными отрезками обозначен 5%-й доверительный интервал для средней урожайности.

Выводы. Погодные условия субтропиков России удовлетворяют биологическим потребностям мандарина и других видов рода *Citrus*. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) за период вегетации превышает их биологическую потребность и достигала в 2018 г. 4021 °С, а в 2019 г. 4105 °С.

Дефицит атмосферных осадков создаёт стресс цитрусовым растениям и отрицательно влияет на сроки наступления и продолжительность фенофаз, а также на продуктивность. Наряду с осадками действие высоких температур в летний (июль-август) период отрицательно сказывается на метаболизме растений.

Литература

1. Горшков В.М., Фогель В.А., Кулян Р.В. / Под ред. А.В. Рындина. Каталог цитрусовых культур. Коллекция ГНУ ВНИИЦиСК РАСХН. Сочи, 2013. 91 с.
2. Горшков В.М. и др. Методические указания по технологии выращивания карликового мандарина в субтропических районах Краснодарского края. Сочи. 1979. 60 с.
3. Климатический мониторинг погоды России (Сочи) pogodaiklimat.ru
4. Горшков В.М. Водно-термический режим цитрусовых в условиях погодных стрессов в прибрежно-черноморской зоне субтропиков России // Плодоводство и ягодоводство. 2006. Т. 16. С. 205-209.
5. Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. М. Наука, 1966. 103 с.
6. Рындин А.В. Агрэкологические аспекты садоводства влажных субтропиков России. Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. 258 с.
7. Горшков В.М., Рындин А.В., Долбня А.П. Последствия погодных стрессов периода вегетации 2006 г. и зимы 2006/2007 гг. для субтропических плодовых культур в прибрежно-черноморской зоне // Плодоводство и ягодоводство России. 2008. Т. 18. С. 448-453.
8. Рындин А.В., Горшков В.М. Экстремальность субтропических зим в России // Садоводство и виноградарство. 2012. № 6. С. 31-34.
9. Рындин А.В., Горшков В.М. Агроклиматические условия формирования цитрусовых в зоне влажных субтропиков // Садоводство и виноградарство. 2012. № 6. С. 31-34
10. Абиьфазова Ю.С., Горшков В.М. Влияние засухи на вегетативную и генеративную деятельность культуры мандарина // Садоводство и виноградарство. 2009. № 6. С. 73-76.
11. Горшков В.М. Исторические аспекты и особенности производства цитрусовых культур в субтропиках России за 1903-2003 гг. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. Сочи: ВНИИЦиСК, 2004. Вып. 39. Т. 2. С. 388-403.