

СОРТОВАЯ РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ НА СТРЕССОРЫ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА 2022 Г.

Цуканова Е.М., Жидехина Т.В.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный
центр им. И.В. Мичурина», г. Мичуринск, Российская Федерация.*

e-mail: elenam31@yandex.ru

VARITAL RESPONSE OF BLACKCURRANT PLANTS TO HYDROTHERMAL REGIME STRESSORS 2022

Tsukanova E.M., Zhidekhina T.V.

*Federal State Budgetary Scientific Institution "I.V. Michurin Federal Scientific
Center", 393774, Michurinsk, Russian Federation.*

e-mail: elenam31@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности водно-температурного режима 2022 года в Центрально-Черноземном регионе. Определены основные отклонения от среднеемноголетних значений температуры и влажности воздуха, а также особенности распределения осадков весной и летом. Выявлено, что отличительной чертой всего вегетационного периода 2022 года является нестабильность как температурного, так и особенно водного режимов. Отмечена высокая амплитуда суточного перепада температур воздуха превышающая средние многолетние значения. Изучен фенотипический, биологический и физиологический ответ растений смородины черной на аномалии водно-температурного режима, в частности, мониторинг динамики фотосинтетической активности растений черной смородины выявил различия по глубине реакции на повреждающее воздействие неблагоприятных погодных условий в зависимости от генотипических особенностей сорта.

Ключевые слова: смородина черная, гидротермический режим, аномалии, амплитуда суточного перепада, фотосинтетическая активность, урожай

Abstract. The features of the water-temperature regime in 2022 in the Central Black Earth region are considered. The main deviations from the long-term average values of temperature and air humidity, as well as the distribution of precipitation in spring and summer, were determined. It was revealed that a distinctive feature of the entire growing season of 2022 is the instability of both temperature and especially water regimes. A high amplitude of daily air temperature differences was noted, exceeding the long-term average values. The phenotypic, biological and physiological response of black currant plants to anomalies in water and temperature conditions was studied; in particular, monitoring the dynamics of photosynthetic activity of black currant plants revealed differences in the depth of the response to the damaging effects of adverse weather conditions depending on the genotypic characteristics of the variety.

Key words: black currant, hydrothermal regime, anomalies, amplitude of daily changes, photosynthetic activity, yield

ВВЕДЕНИЕ

Реакцию растений на любое внешнее воздействие определяет его функциональное состояние — наличие и размер защитного потенциала, способность к пополнению энергетического запаса, частота и глубина стрессорного воздействия, которому растительный организм подвергался ранее и др. [10, 11, 12]. Одним из основных стрессорных комплексов воздействующих на растения являются аномалии гидротермического режима территории возделывания [1–4]. Анализ температурного режима за последние 90 лет (на основе данных Мичуринской агрометеостанции) позволил достоверно установить, что, в средней зоне садоводства он претерпел значительные изменения. Существенно возросла амплитуда суточного перепада температур воздуха, участились случаи чередования периодов с экстремальными значениями метеопказателей, особенно в период вегетации [5–7]. Аналогичные изменения

отмечены и в водном режиме территории Центрального Черноземья. Все вышеуказанное негативно сказывается на общем состоянии садовых растений, причем особенно страдают многолетние плодовые и ягодные культуры.

Смородина черная одна из распространенных и популярных кустарниковых ягодных культур в средней зоне садоводства, причем существенным положительным свойством является ее высокая экологическая пластичность. Следует отметить, что вновь созданные сорта устойчивы ко многим климатическим изменениям последних десятилетий, однако, даже они часто не могут полностью реализовать свой биологический потенциал [8, 9]. Таким образом, изучение особенностей реакции сортов смородины черной на воздействие климатических стрессоров позволяет сформировать наиболее пригодный к возделыванию в регионе сортимент, а так же определить вектор селекционных исследований.

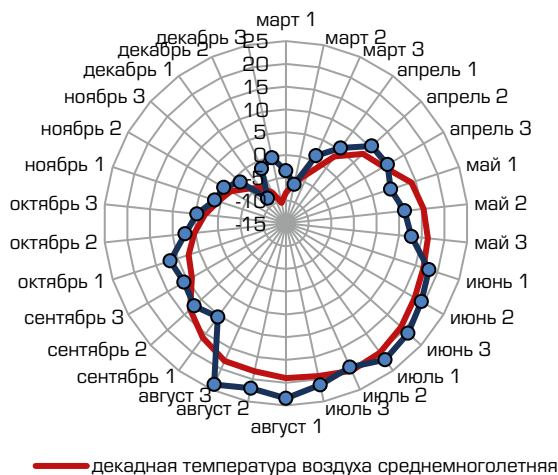


Рисунок 1. Среднедекадная температура воздуха в марте — декабре 2022 г. в сравнении со среднепогодными значениями

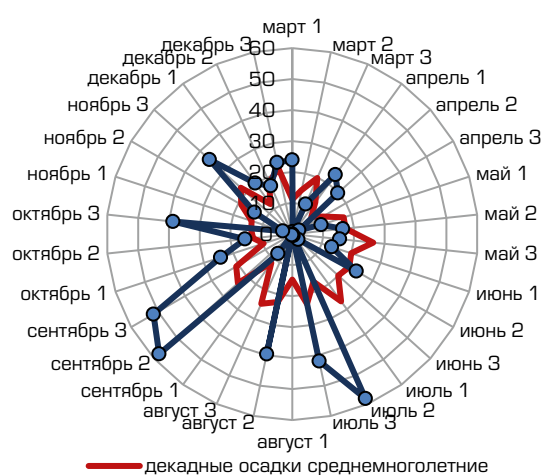


Рисунок 2. Декадные суммы осадков в марте — декабре 2022 г. в сравнении со среднепогодными значениями

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве фактической метеорологической информации для территории исследований были использованы архивы метеоданных агрометеостанции Центрально-Черноземного региона [ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС»] [13].; анализировали следующие характеристики: динамика максимальных и минимальных температур воздуха, суточные перепады температуры, суточная сумма атмосферных осадков, влажность воздуха. Эти параметры в обобщенном виде характеризуют как тепловые условия, так и условия увлажнения территории.

Неинвазивный контактный мониторинг физиологического состояния растений проводили с использованием «Системы диагностики функционального состояния плодовых и ягодных растений» [7, 12], на основе регистрации флуоресценции хлорофилла «а» прибором ИФСР-2 по методу Genty et al [11]. Использовали показатель F_v/F_m (отношение максимальной флуоресценции хлорофилла к переменной флуоресценции) — характеризующий активность работы фотосистемы II. Изучение фенологии, биологических и хозяйственных показателей проведено по стандартным методикам сортоизучения [14, 15].

Исследования были проведены на сортах смородины черной Зеленая дымка и Кармелита в насаждениях ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Возраст растений — 5 (Зеленая дымка, Кармелита) и 8 (Зеленая дымка) лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В целом водно-температурный режим периода вегетации 2022 г. был достаточно близок по динамическим показателям к среднепогодным значениям, однако, следует отметить аномально теплый период во второй декаде апреля (температура воздуха достигала +20...+21°C), холодный май — среднесуточная температура воздуха была на 4...5°C ниже среднепогодных значений и жаркий сухой август. Среднемесячная температура воздуха в августе была, в целом, на 5°C выше среднепогодных значений, причем более 10 дней держалась на уровне +31,4°C, а месячная сумма осадков не превысила 35 мм, при среднепогодном значении 62 мм (рис. 1, 2).

Отличие водного режима периода вегетации 2022 г. от среднепогодного заключается в значительной неравномерности выпадения осадков и чередование жарких и сухих периодов с прохладными и влажными (рис. 2, 3). Существенным отличием от предыдущих лет было отсутствие подъяема фотосинтетической активности листьев в сентябре-октябре у исследуемых сортов.

Смородина черная — раноцветущая культура и сильный заморозок может существенно снизить продуктивность сорта даже после успешной перезимовки, поэтому отбор только зимостойких сортов не гарантирует ежегодного получения урожая в регионах с регулярным возвратом холодов в период цветения [2]. Анализ погодных условий в Тамбовской области показывает, что в момент выдвижения бутонов у черной смородины практически всегда наблюдаются заморозки. Из литературных источников известно, что критической для культуры в период обособления бутонов является температура воздуха ниже ... -5,0°C. С начала XXI века такие температуры отмечались в 2002, 2003, 2004, 2007, 2017 и 2020 годах (рис. 4).

Оценка общего состояния смородины черной после зимы 2021/2022 гг. показала, что у 5-летних растений сорта Кармелита и 8-летних — сорта Зеленая дымка оно было удовлетворительным, а у 5-летних растений сорта Зеленая дымка — хорошим. Начало вегетации у всех экспериментальных сортов в 2022 году отмечено 10 апреля, а цветение у сорта Кармелита началось 28 апреля, при этом Зеленая дымка зацвела 2 мая, независимо от возраста насаждений. Цветение было хорошим (на 4 балла), а степень плодоношения — удовлетворительной (на 3–3,5 балла).

Неинвазивный контактный мониторинг реакции фотосистемы II листьев смородины черной сортов Зеленая дымка и Кармелита по показателю F_v/F_m показал, что средневегетационные значения фотосинтетической активности у обоих сортов были невысоки и на 12–15 % ниже оптимальных (рис. 5).

В динамике в течение периода вегетации отмечены достаточно низкие показатели интенсивности фотосинтеза в апреле — июне, невысокая интенсивность фотосинтеза в июле-августе и значительное торможение всех показателей у изученных сортов в сентябре-октябре.

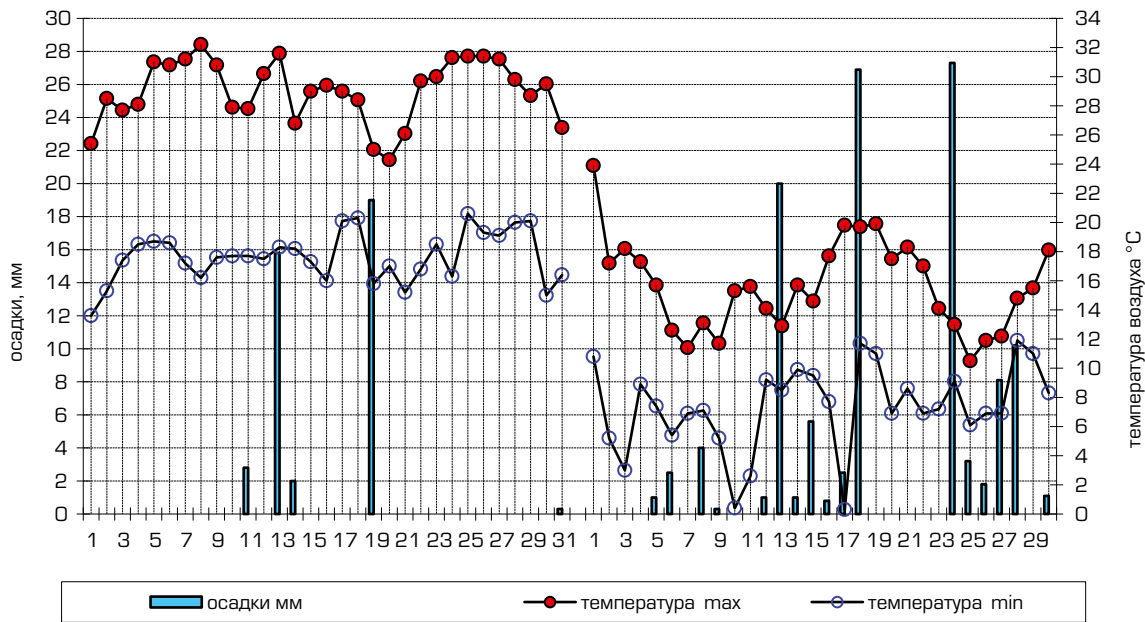


Рисунок 3. Водно-температурный режим августа – сентября 2022 г.

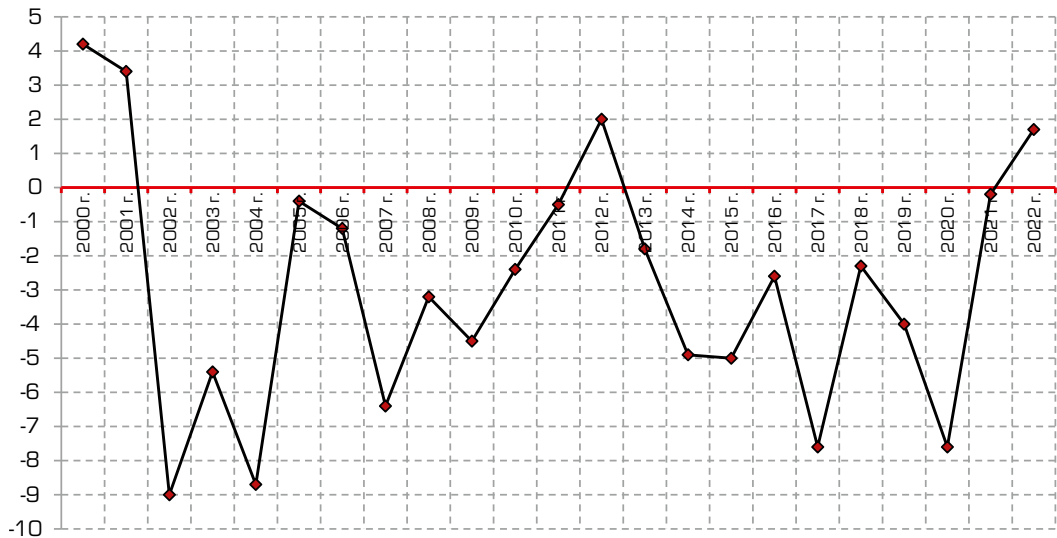


Рисунок 4. Абсолютные минимумы температуры воздуха в период выдвижения бутонов у сортов чёрной смородины, 2000–2022 гг.

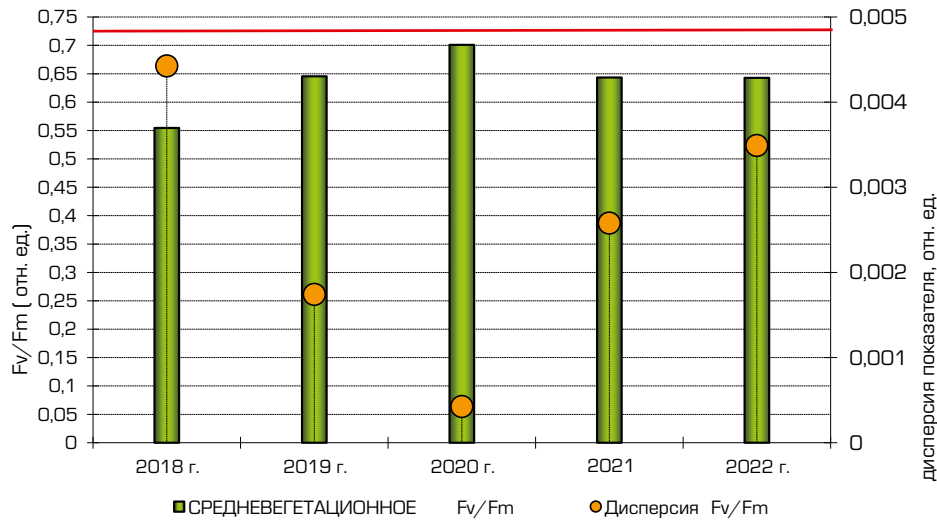


Рисунок 5. Средневегетационные показатели фотосинтетической активности листьев смородины черной в 2018–2022 гг. (в среднем по изученным сортам)

Важным отличием от предыдущих лет явилось резкое понижение температуры воздуха в сентябре (в отличие от предыдущих лет), причем, следует подчеркнуть, что после жаркого и сухого августа (29–31 августа максимальная температура воздуха достигала +30–32°C) уже 2–3 сентября температура воздуха снизилась до +2..+4°C, а к 10 сентября ночные температуры воздуха опустились до 0°C.

Следует отметить, что, несмотря на более сильную реакцию на аномалии погодных условий, фотосинтетическая активность листьев сорта Кармелита восстанавливалась быстрее, чем у сорта Зеленая дымка — т.е. динамическая кривая показателя F_v/F_m имела более выраженные пики. Средневегетационный показатель фотосинтетической активности листьев данного сорта был несколько выше, чем у Зеленой Дымки — 0,72 отн. ед и 0,707 отн. ед. соответственно.

Установлено, что более молодые растения сорта Зеленая дымка в условиях 2022 года характеризовались низкой величиной чистой продуктивности фотосинтеза листьев (ЧПФ листьев) — 5,82 г/м²•сутки, у 8-летних растений этого сорта величина показателя составила 7,31 г/м²•сутки. Максимальное значение средневегетационного показателя ЧПФ листьев отмечено у сорта Кармелита — 7,63 г/м²•сутки.

Аномалии водно-температурного режима периода вегетации спровоцировали некоторое снижение урожая у изучаемых сортов смородины черной. Наиболее сильное влияние отмечено у сорта Кармелита — средний урожай составил 0,4 кг/куст, тогда как у 5-летних растений сорта Зеленая дымка — 1,5 кг/куст, а у 8-летних — 1,0 кг/куст. Сложный характер соотношения между фотосинтезом и урожаем можно объяснить тем, что в процессе фотосинтеза происходит накопление первичных ассимилятов, в то время как урожай, выраженный количеством накопленной органической массы, является результатом развития растений, т.е. усвоения первичных ассимилятов и их расходования на строительные и энергетические процессы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной отличительной особенностью всего вегетационного сезона 2022 г. была нестабильность водно-температурного режима — засушливые периоды с высокими температурами воздуха сменялись влажными и прохладными.

Установлено, что средневегетационные значения фотосинтетической активности у обоих сортов были невысоки и на 12–15 % ниже оптимальных.

Изучение динамики фотосинтетической активности листьев смородины черной по показателю F_v/F_m выявил достаточно низкие показатели интенсивности фотосинтеза в апреле — июне, невысокую фотосинтетическую активность в июле-августе и значительное

торможение всех показателей у изученных сортов в сентябре-октябре.

Фотосистема сорта Кармелита более лабильна в зависимости от изменений водно-температурного режима — реакция на аномалии более сильная, однако процесс восстановления проходит быстрее.

По средневегетационному показателю фотосинтетическая активность листьев данного сорта была несколько выше, чем у Зеленой Дымки — 0,72 отн. ед. и 0,707 отн. ед. соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огольцова Т.П., Куминов Е.П. Селекция чёрной смородины // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: Изд-во ВНИИСПК, 1995. С. 314–340.
2. Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С., Фролов А.Е., Дегтерева Н.С., Конюхов И.В., Погосян С.И., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Мониторинг фотосинтетической активности культуры микроводорослей *Chlorella* при истощении азота в среде. // *Биофизика, Наука (М.)*, — 2019, т. 64, №3, с. 468–477.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур // под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орёл: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.
4. Цуканова, Е.М. Система диагностики состояния плодовых растений. Экспресс-диагностика функционального состояния растений и оценка эффективности применения технологий. / Е.М. Цуканова // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. — 300 с.
5. Яншин, А.Л. Потепление климата и другие глобальные экологические проблемы на пороге XXI века / А.Л. Яншин, — Экология и жизнь, №1(18), 2001, с. 43–44.
6. Genty B., Briantais J.M., Baker N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence // *Biochimica et Biophysica Acta*. — 1989. — V. 990. — P. 87–92.
7. Gitelson, A., Chivkunova, O., Zhigalova, T., Solovchenko, A. In situ optical properties of foliar flavonoids: implication for non-destructive estimation of flavonoid content // *Journal of Plant Physiology*. — 2017. — 218. — P. 258–264.
8. Matskovsky V.V. The climatic signal in the width of annual rings of coniferous trees in the north and in the center of the European territory of Russia (Moscow: GEOS), — 2013 P. 148.
9. Matveev S.M. The intensity of the climatic signal in the dynamics of the increment of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) of the Khrenovskii forest (Voronezh region, Russia) IOP Conf. Ser.: Earth Environ. — 2019, Sci. 226, p. 012017.
10. Matveev S.M., Chendev Y.G., Lupo A.R., Hubbard J. A. and Timashchuk D.A. Climatic changes in the east-european forest-steppe and effects on scots pine productivity Pure Appl. Geophys. — 2017, V 174, — P. 1427.
11. Matveev, A. Vincent W.F., Laurion I. Factors Contributing to High CH₄ and CO₂ Efflux Rates from Thermokarst Lakes in the Rapidly Warming Hudson Bay Region AGU Abstracts, — 2014, N12, B43B-0243.
12. Matveev, S., Milenin, A., Timashuk, D. The effects of limiting climatic factors on the increment of native tree species (*Pinus silvestris* L., *Quercus robur* L.) of the Voronezh region. *Journal of Forest Science*, 2018, V. 64, N 10. — P. 427–434. (doi: 10.17221 / 36/2018-JFS).
13. Vanoni M., Bugmann H., Nötzli M. and Bigler C. Drought and frost contribute to abrupt growth decreases before tree mortality in nine temperate tree species // *For. Ecol. Manag.* — 2016., P.51–63.
14. Wagner F. H., et al. Climate seasonality limits leaf carbon assimilation and wood productivity in tropical forests. *Biogeosci.* 2016. — 13, 2537.
15. Zhidyokhina T.V. Ecological plasticity and productivity of black currant cultivars under instability of environment // *Temperate horticulture for sustainable development and environment: ecological aspects*. Waretown, NJ: Apple Academic Press, 2018. p. 309–334.