

Физиологические подходы и методы оценки в селекции на засухоустойчивость озимой мягкой пшеницы

Автор(и): доц. д-р Радослав Чипилски, Институт по растителни генетични ресурси в Садово; гл.ас. Надежда Шопова, Институт за изследване на климата, атмосферата и водите към БАН

Дата: 21.03.2023 *Брой:* 3/2023



Абиотический стресс является причиной значительных потерь в мировом сельскохозяйственном производстве. Такие стрессовые факторы, как засуха, низкие температуры, жара и засоление почв, были предметом интенсивных индивидуальных исследований. В большинстве полевых ситуаций сельскохозяйственные культуры подвергаются сочетанию различных абиотических воздействий. Например, в засушливых районах многие культуры сталкиваются с комбинацией засухи и других стрессовых условий, таких как жара или засоление. Изучение молекулярных, физиологических и

метаболических аспектов комбинированного стресса необходимо для облегчения развития полевых культур и повышения их устойчивости к естественным условиям окружающей среды.

ИПГР – Садово, основанный 140 лет назад, является главным селекционным центром Южной Болгарии в составе Аграрной академии. Его научная деятельность связана с созданием новых сортов и технологий возделывания пшеницы, арахиса, кунжута, риса и тритикале. Институт также является местом расположения Национального генного банка, в котором хранится, поддерживается, размножается и оценивается по различным признакам и качествам всё разнообразие сельскохозяйственных культур.

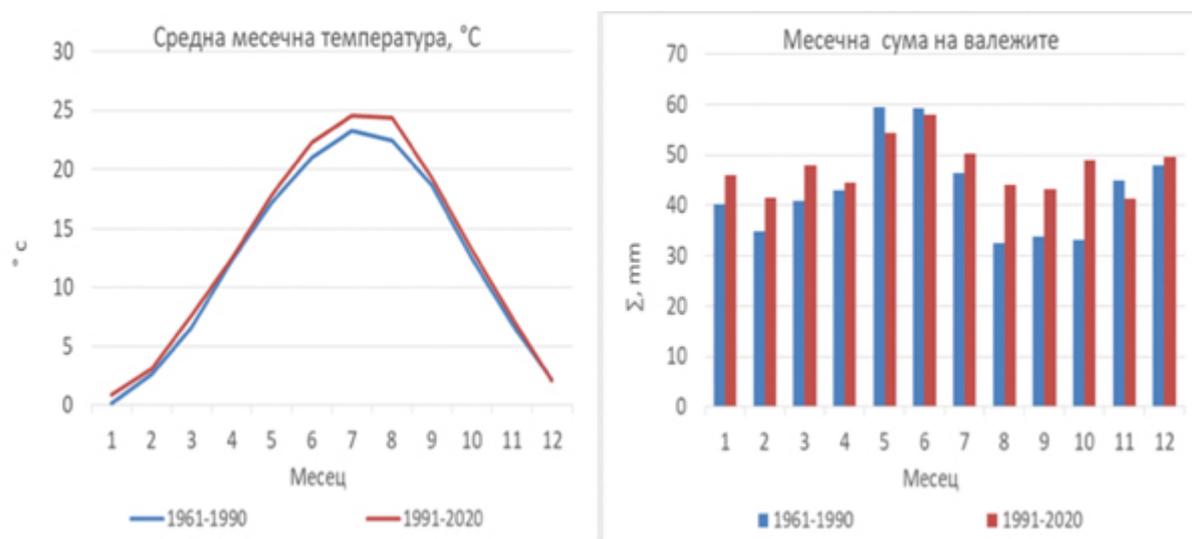
Научно-исследовательская работа в Лаборатории физиологии растений в основном связана с изучением реакции на абиотический стресс селекционных линий, сортов, местных и зарубежных образцов озимой мягкой пшеницы. Дополнительные научные направления, в большей или меньшей степени связанные с основным, включают оценку генетического и морфологического разнообразия образцов злаковых и бобовых культур в коллекциях, исследование положительного влияния цитокининов на энергию прорастания обработанных семян пшеницы и кукурузы в полевых условиях, физиологические исследования реакции овощных культур на внесение органических и минеральных удобрений, а также наблюдение за физиологическими характеристиками роста при мониторинге иммунных реакций на различных фитопатогенов.

На территории ИПГР-Садово была создана одна из первых метеорологических станций, включенных в гидрометеорологическую сеть нашей страны. Наблюдения за основными метеорологическими элементами ведутся с 1891 года. Станции были последовательно открыты в Образцов чифлик (1.01.1891), Пловдиве (1.07.1891) и Садово (1.09.1891). Климат здесь носит переходный характер – жаркое лето и мягкая зима, с максимумами осадков в мае и июне. Одной из местных особенностей района являются частые засухи, которые наблюдаются во все сезоны и различаются по продолжительности и интенсивности.

В районе Садово в летний период максимальные значения температуры воздуха часто превышают 38°C – 40°C , а зимой минимальные значения опускаются до минус 20°C . Для периода 1991–2020 годов по сравнению с 1961–1990 годами наблюдается повышение средней температуры воздуха во все сезоны, что особенно характерно для месяцев июнь, июль и август. Количество осадков зимой, осенью и весной выше в период 1991–2020 годов, но лето и, более конкретно, месяцы с годовыми максимумами – май и июнь – являются более засушливыми по сравнению с периодом 1961–1990 годов.

Осадки осенью и весной немного выше, что благоприятствует развитию озимых зерновых культур и, в частности, пшеницы в регионе. В то же время, в ноябре за последние 3 года количество осадков уменьшилось. Неравномерное распределение осадков и постоянно повышающаяся среднемесячная температура приводят к слабому развитию и задержке кущения при низкой влажности почвы в ноябре и декабре или к быстрому развитию и риску вымерзания при низких отрицательных температурах в конце зимы. В последние годы устойчивый снежный покров в Садово не наблюдается, а также отмечается смещение снегопадов к концу зимы и началу весны. Негативные последствия в осенне-зимний период труднее преодолеть даже при относительно благоприятных условиях в январе-апреле и при последующей ситуации снижения запасов влаги в почве.

Сочетание более высоких летних температур и меньшего количества летних осадков неблагоприятно сказывается на заключительных этапах развития пшеницы и на вегетации яровых культур. Такие явления, как интенсивные осадки, засуха и суховеи, являются причиной снижения урожайности и качества семян, используемых в качестве посевного материала или для производства хлеба.



Среднемесячная температура и месячные суммы осадков для района Садово за периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг.

Определяются несколько типов засухи, причем агрометеорологическая засуха связана со стрессом растений из-за низкой влажности почвы. Агрометеорологическая засуха вызывает серьезные морфологические, биохимические, физиологические и молекулярные изменения.



Эти изменения негативно влияют на рост и стабильность урожая. Тщательное изучение физиологических механизмов, существующих у растений для адаптации к дефициту воды и поддержания роста и продуктивности во время засухи, помогает в скрининге и отборе толерантных генотипов и использовании этих признаков в селекционных программах. Это требует создания сортов, пластичных к засухам и низким отрицательным температурам, характеризующихся высокой продуктивностью и качеством. Для решения этой задачи селекционный процесс должен поддерживаться применением классических и современных методов оценки полученных генотипов и линий на предмет их устойчивости к стрессам и путем сравнения со стандартными сортами или сортами, созданными ранее.



Физиологические исследования растений в полевых условиях

В классических физиологических методах растительный материал берется из поля или семена из репродукций и исследуется в лаборатории.



Физиологические исследования растений в лаборатории

Проводятся анализы на относительное содержание воды, транспирацию, сухую и сырую массу листьев, биометрический анализ урожая, всхожесть и скорость роста проростков в условиях осмотического стресса. Эти методы также включают визуальные прямые оценки реакции растений в поле и в теплице.



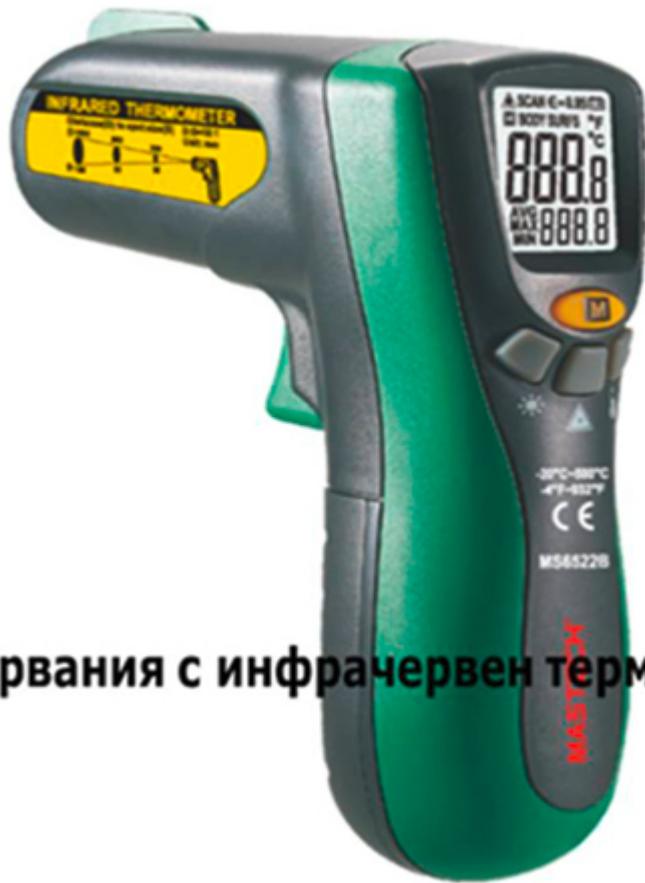
Измерения портативной системой для изучения фотосинтеза Lc pro T



Измерения хлорофиллметром



Измерения флуориметром



Измервания с инфрачервен термометър

Измерения инфрачервеният термометър

*Оборудование, използвано за оценка селекционния материал озимой мягкой пшеницы в
Лаборатории физиологии растений*

Современные методы включают неразрушающие оценки температуры поверхности листа, относительного содержания хлорофилла, фотосинтетической активности и степени флуоресценции хлорофилла, проводимые с помощью высокотехнологичного оборудования, частично имеющегося в лаборатории. Для этой цели непосредственно в поле и в вегетационных опытах используются инфракрасный термометр, хлорофиллметр CCM 200 plus, портативная система для изучения фотосинтеза Lc pro T и флуориметр FluorPen.

Некоторые биохимические маркеры также применяются для индикации реакции растений на наложенный стресс засухи – количественное определение уровня перекисного окисления липидов, накопления перекиси водорода, количественное определение свободных сульфгидрильных групп, общих фенолов, стабильности клеточных мембран и изменений в некоторых ферментах, связанных со стрессовыми реакциями. Методы биохимической оценки проводятся в сотрудничестве с коллегами из других научных организаций. При выполнении всех видов оценок цель состоит в том, чтобы собрать как можно больше

данных в полевых условиях или в вегетационных опытах, одновременно выявляя корреляционные связи с оценками, проведенными в лаборатории.

Каждый вегетационный сезон в Лаборатории физиологии растений в среднем 40 перспективных линий и вновь созданных сортов озимой мягкой пшеницы тестируются на устойчивость к засухе. Практическим результатом этой научной деятельности является то, что все сорта озимой мягкой пшеницы, признанные после 2010 года и созданные в ИПГР, могут успешно выращиваться в засушливых условиях и проявляют хорошую или отличную засухоустойчивость. Они более эффективно используют воду, обладают лучшей фотосинтетической активностью и накапливают больше биомассы, характеризуются более высоким габитусом и способны наливать зерно при умеренной засухе. И еще одно качество, которое нельзя недооценивать: большинство из них являются ранними и среднеранними, и их развитие предшествует экстремальным засухам в июне.

Неоспоримым фактом является то, что болгарские сорта лучше адаптированы к местным условиям по сравнению с зарубежными. Сорта пшеницы, выведенные в последние годы в ИПГР – Садово – Яйлъзла, Сашец, Блан, Надита, Николай, Никибо, Гизда и Гинра – успешно сочетают высокий потенциал урожайности, хорошее технологическое качество зерна и устойчивость к абиотическому и биотическому стрессу.

