

Test - method for determining the productivity of grape genotypes under climate change conditions

ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВ

Abstract. Climate change is forcing humanity to reconsider its principles of farming, forcing the creation of plant genotypes that will develop and provide increased productivity in new climatic conditions. The light curve allows us to determine the efficiency of photosynthesis and get an idea of the ecophysiological characteristics of a species, and, in turn, these indices allow us to compare different genotypes of plants in more or less similar conditions, thus determining productivity and resistance to environmental factors. The light saturation curve for photosynthesis can be used as a test method for assessing the productivity and resistance of genotypes to weather and climatic risks. Highly efficient genotypes can be identified at an early stage, which reduces the selection time.

Keywords: grapevine, genotype, photosynthesis, climate, curve of photosynthesis.

Тест-метод определения продуктивности генотипов винограда в условиях изменения климата

Аннотация. Изменение климата заставляет человечество пересмотреть свои принципы ведения земледелия, заставляет создать генотипы растений, которые будут развиваться и обеспечивать повышенную продуктивность в новых климатических условиях. Световая кривая позволяет определить эффективность фотосинтеза и получить представление об экофизиологических характеристиках вида, и, в свою очередь, эти индексы дают нам возможность сравнивать различные генотипы растений в более или менее сходных условиях, определяя, таким образом, продуктивность и устойчивость к факторам окружающей среды. Кривая светонасыщения для фотосинтеза может быть использована как тест-метод оценки продуктивности и устойчивости генотипов к погодным и климатическим рискам. Высокоэффективные генотипы можно выделить на ранней стадии, что позволяет сократить время селекции.

Ключевые слова: виноград, генотип, фотосинтез, климат, световая кривая.

1. ВВЕДЕНИЕ

Изменение климатических факторов - это реальность. Что изменение климата означает для Республики Молдова? Постепенное потепление с повышением температуры всего на полградуса колоссально негативно сказывается на развитии сельскохозяйственных культур. Следовательно, начинается процесс аридизации, который начался не сейчас, а появился много лет назад. На глобальном уровне говорят об опустынивании. Он необычайно развился, и мы наблюдаем это в настоящее время и в определенных зонах Республики Молдова, особенно на юге страны мы сталкиваемся с последствиями большого дефицита влаги в почве и воздухе с прямым воздействием на окружающую среду и непосредственно на сельскохозяйственные культуры. Орошение - это решение, но, к сожалению, этого недостаточно. Одно лишь орошение, проблему не решает. Этим методом мы способствуем повысить объём влажности почвы на корневом уровне, но не проблему влажности в атмосферном воздухе. В этом случае у нас есть только одно решение, состоящее из двух компонентов. Прежде всего, необходимо создать генотипы растений, устойчивые к засухе, и пересмотреть технологии выращивания растений. К примеру: в апреле кукурузу сеять уже нежелательно, потому что в июле засуха, надо в марте сеять, а может в феврале, чтобы до засухи растения успели пройти примерно все этапы развития, и чтобы к этому моменту растение было уже подготовлено. Мы больше не можем себе позволить выращивать генотипы многолетних растений, которые обладают слабой устойчивостью к жаре, повышенным недостатком влаги в почве, воздухе и т.д. Это важная и колоссальная проблема не только на местном уровне, но и в мировом масштабе.

Одна из главных задач устойчивого развития виноградно-винодельческого сектора состоит в том, чтобы получить качественные производные продукты, с использованием минимальных ресурсов, в условиях высокой экономической эффективности и использования технологических приемов, которые способствуют снижению энергетической зависимости. Винодельческие производные продукты высокого качества можно получить в случае соблюдения трех главных факторов, а именно: *генотип* (сорт), *место расположения виноградника* (климатические условия) и *технология* (выращивания и переработки) [1, 3, 12].

Адаптивность растений к факторам окружающей среды представляет собой результат процесса «*эволюционной адаптивности*» экофизиологических

TEST - METHOD FOR DETERMINING THE PRODUCTIVITY OF GRAPE GENOTYPES UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

свойств генотипа. Для определения направления адаптивной стратегии генотипов были установлены некоторые стабильные критерии растений, которые могут быть использованы параллельно с физиологическими процессами: фотосинтез, дыхание, транспирация и др.

Фотосинтез, очень зависит от качества биотических и абиотических факторов окружающей среды. В процессе адаптации генотипов к факторам окружающей среды, дыхание играет главную роль, от которого зависят важные жизненные процессы растения. Функциональные компоненты дыхания зависят от использования энергии и промежуточных веществ обеспечивающие жизненные процессы, среди которых рост и поддержание новых элементов. Интенсивность дыхательного процесса листьев представляет один из главных критериев растений, будучи, зависим от уровня устойчивости растения к климатическим условиям, и в тоже время представляет метод оценки пластичности метаболизма и способность адаптации растений [6].

Зависимость фотосинтеза к солнечной радиации позволяет оценить эффективность генотипа с точки зрения использования энергии солнечного света. Этот принцип заложен в генетическом коде растений, который выражается механизмом использования световой энергии и превращения неорганических биогенных веществ в органические вещества. Световая кривая позволяет воспринять экофизиологические качества данного вида, и тем самым можно сравнить разные генотипы растений в более или менее схожие условия, и в результате представляется возможность определить продуктивность и устойчивость к факторам окружающей среды [7, 10, 11].

Световая кривая можно использовать в качестве тест-метода оценки фотосинтетической активности растений, который позволяет определить продуктивность внутривидовых и межвидовых генотипов винограда на ранних стадиях исследования. А это в свою очередь позволяет изучить большое количество гибридов и сократить время их оценки.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования послужили ризогенные межвидовые генотипы винограда (*Vitis vinifera L. x Muscadinia rotundifolia Michx.*): Александрина, Августина, Аметист, Нистряна, Малена, Алгумакс, Сармис, ВС3-508, ВС3-536, ВС3-578 [1], комплексные межвидовые генотипы Регент, Виорика, Аркадия, внутривидовые генотипы (*Vitis vinifera L.*) Мускат Александрийский, Мускат Янтарный, Коарнэ Нягрэ и др. В результате исследования

было изучено фотосинтетическая активность, транспирация, дыхание и др. в соотношении с климатическими условиями: солнечная радиация, температура воздуха, влажность, концентрация CO₂ и других факторах, взяв за основу - физиологический элемент продуктивность - кривая светового насыщения фотосинтеза. Для проведения процесса мониторинга был использован аппарат фитомонитор ПТМ-48А, который позволяет выполнять исследования в автоматическом режиме с интервалом 10 минут, на протяжении 24 часов. Исследования проводились на растения в открытом грунте в стадии до цветения, в период формирования ягод и в период спелых ягод (рис. 1.). Обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы Статистика 10 (Stat soft INC, USA) и Microsoft Excel 2010 [7-9].



Рис. 1. Процесс мониторинга. Фитомонитор ПТМ-48 А.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Каждому генотипу свойствен определенный способ реагирования на факторы окружающей среды, которые регулируются генетическим кодом. У организмов в процессе развития сформировались определенные качества, которые позволяют индивидуально реагировать на климатические условия. Изменение климата, это реальная угроза для Земли, и этот процесс запустился и его очень трудно остановить, а может уже и не остановить. Речь идет о том,

TEST - METHOD FOR DETERMINING THE PRODUCTIVITY OF GRAPE GENOTYPES UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

что в, некоторых регионах планеты годовой уровень осадков в долгосрочной перспективе снизится, в то время как в других регионах колебания уровня осадков и температуры заметно отразятся на вегетационном периоде некоторых растений. В другие географические регионы годовое количество осадков может остаться прежним, но выпадать они будут с большими интервалами, в виде гораздо более сильных и кратковременных ливней, вызывающих усиление засух и наводнений. Анализируя тенденцию эволюции средней годовой температуры воздуха на территории Республики Молдова на протяжении периода с 2002 по 2019 год, было установлено что среднегодовая температура воздуха повышается. Основываясь, на данные об выпавших осадках на территории Республики Молдова, констатируем факт, что тенденция осадков в сторону уменьшения, а тенденция испарения в сторону увеличения. Исходя из климатических данных, можно сделать вывод, что климат меняется и не в лучшую сторону и, в общем, это в будущем будет негативно влиять на устойчивое развитие общества. Принимая во внимание функциональность генотипов, используемых в методах скрещивания винограда и климатические факторы, можем получить разновидности рекомбинантов, которые предоставляют возможности для оптимизации процесса селекции винограда, тем самым, гарантируя межвидовым ризогенным генотипам качества для преодоления факторов изменения климата. Продуктивность генотипов обеспечивается действием комплекса биологических процессов. Активность фотосинтеза во многом определяет продуктивность растений, поэтому обеспечение стабильных и качественных урожаев, независимо от колебаний условий окружающей среды, является ключевой задачей в процессе создания генотипов растений. Количество и качество производимых органических веществ зависит от генотипа, климатических условий и технологий, применяемых в процессе выращивания. Итак, при соблюдении баланса между фотосинтетической активностью и центрами притяжения растительный организм функционирует и развивается нормально. Чтобы обеспечить высокий урожай винограда с точки зрения количества и качества, необходимо стремиться к тому, чтобы соотношение между фотосинтезом (производство органических соединений) и дыханием (потребление органических соединений) было в пользу фотосинтеза.

Поскольку процесс дыхания происходит одновременно с фотосинтезом, для получения значения реальной интенсивности фотосинтеза необходимо внести соответствующее изменение в интенсивность наблюдаемого фотосинтеза. Таким образом, мы получаем прибавку в весе единицы площади листа или всего

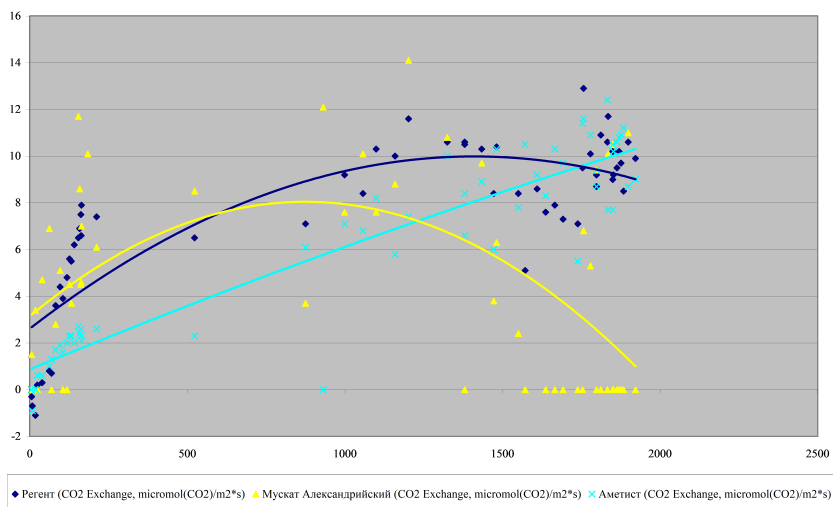


Рис. 2. Световая кривая фотосинтеза. Генотипы: Регент, Мускат Александрийский, Аметист с ягодами сине-фиолетовым окрасом. (до цветения).



Рис. 3. Световая кривая фотосинтеза. Генотипы: Совиньон, Мускат Янтарный, Виорика с ягодами желто-зеленым окрасом. (до цветения).

растения, которую можно определить по продуктивности фотосинтеза. Исследования проводились в три этапа активной вегетации винограда: до цветения, в период созревания ягод и в момент, когда ягоды уже созрели. Исходя, из

TEST - METHOD FOR DETERMINING THE PRODUCTIVITY OF GRAPE GENOTYPES UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

полученных результатов было установлено, что сорт винограда Мускат Александрийский при световом излучении в 1500 – 2000 условных единиц в период до цветения демонстрирует фотосинтетическую активность в среднем 3-4 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$ (рис. 2.), в период формирования ягод фотосинтетическая активность в пределах 10-11 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$ (рис. 5.) а в период, когда ягоды уже созрели, фотосинтетическая продуктивность составляет 7-8 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$ (рис. 7.). Сорта винограда Совиньон и Мускат Янтарный при таком же уровне солнечного излучения демонстрируют фотосинтетическая активность в пределах 4-5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$ (рис. 3.)

Межвидовые генотипы винограда как Регент при световом излучении в 1500 – 2000 условных единиц в период до цветения фотосинтетическая активность составляет в среднем 10 -11 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$, Аметист при таком же излучении солнечного света демонстрирует 11-12 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$ (рис. 2.). Малена при таких же условиях демонстрирует фотосинтетическую активность в среднем 14-15 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$ (рис. 4.). У межвидового генотипа Аметист, с сине-фиолетовыми ягодами, тенденция фотосинтетической активности более стабильна, чем у генотипа Регент.

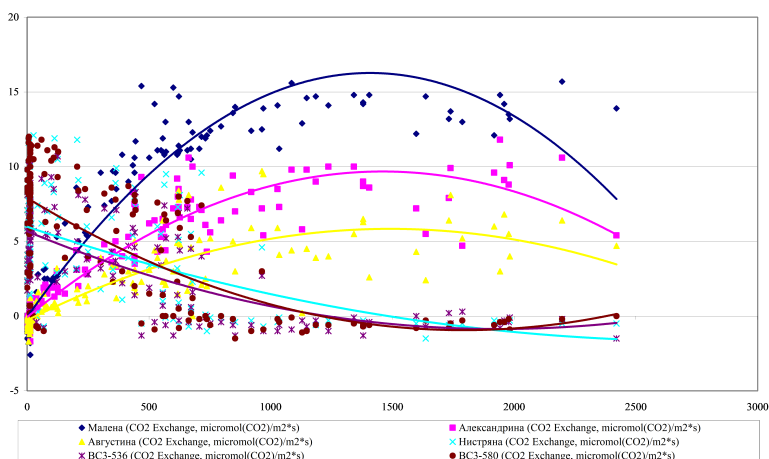


Рис. 4. Световая кривая фотосинтеза. Генотипы: Малена, Александрина, Августина, Нистряна, ВС3-536, ВС3-580 с ягодами желто-зеленым окрасом. (до цветения).

В период формирования ягод межвидовой генотип Регент демонстрирует фотосинтетическую активность в пределах 5-6 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2/\text{s}$ (рис. 7.) и

в период, когда ягоды уже созревшие 7-8 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}/\text{s}$ (рис. 7.). Межвидовые генотипы Аметист и Александрина в период формирования ягод демонстрируют фотосинтетическую активность в пределах 10-12 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}/\text{s}$ (рис. 6.) а в период, когда ягоды уже созрели 10-11 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}/\text{s}$ (рис. 7.).

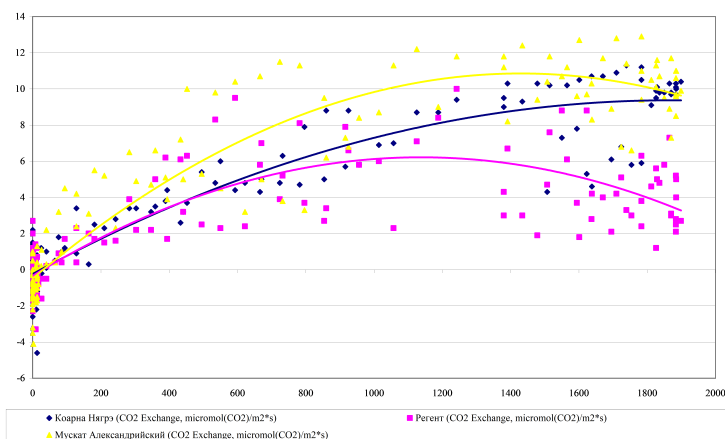


Рис. 5. Световая кривая фотосинтеза. Генотипы: Коарнэ Нягрэ, Ренгент, Мускат Александрийский. (формирование ягод).

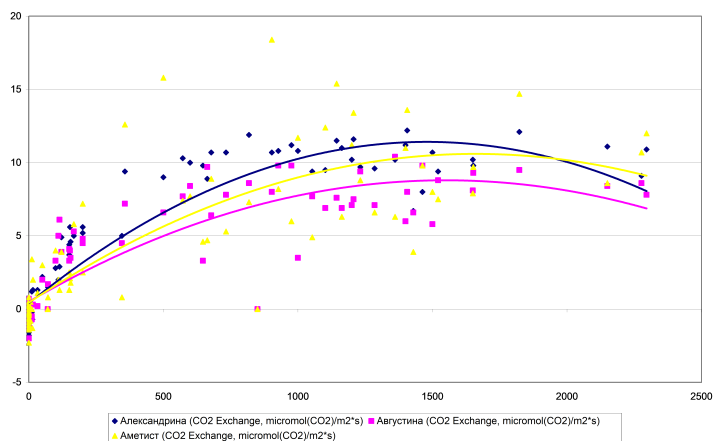


Рис. 6. Световая кривая фотосинтеза. Генотипы: Александрина, Августина, Аметист. (формирование ягод).

Анализируя данные световых кривых фотосинтеза внутривидовых и межвидовых генотипов винограда в соотношении с климатическими факторами

TEST - METHOD FOR DETERMINING THE PRODUCTIVITY OF GRAPE GENOTYPES UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

окружающей среды констатируем факт, что межвидовые генотипы демонстрируют более стабильную и высокую фотосинтетическую продуктивность.

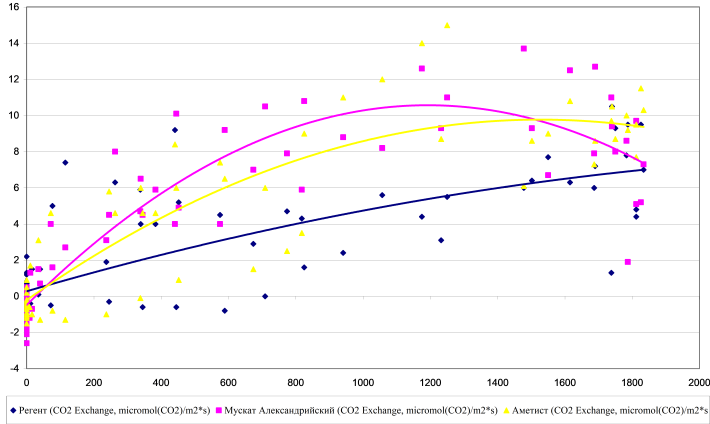


Рис. 7. Световая кривая фотосинтеза. Генотипы: Регент, Мускат Александрийский, Аметист. (созревшие ягоды).

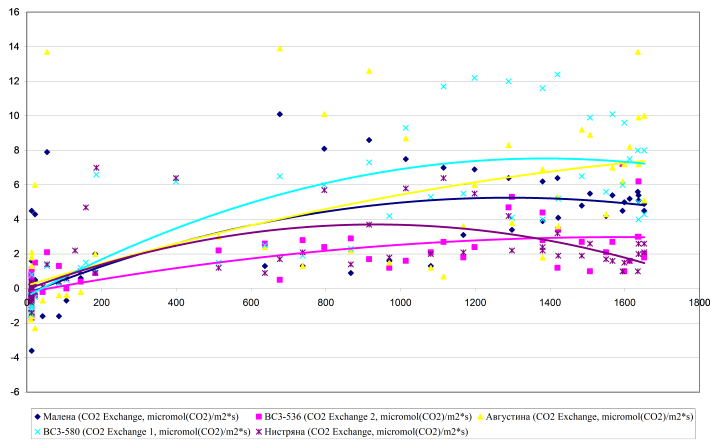


Рис. 8. Световая кривая фотосинтеза. Генотипы: Малена, ВС-536, Августина, ВС-580, Нистряна. (созревшие ягоды).

4. ВЫВОДЫ

- (1) Световая кривая фотосинтеза позволяет получить представление об экофизиологических характеристиках генотипа, определяя, таким образом, продуктивность и устойчивость культуры к факторам окружающей среды.
- (2) Кривая светонасыщения для фотосинтеза может быть использована в качестве тест-метода оценки продуктивности и высокоэффективные генотипы можно будет выделить на ранней стадии селекции, что дает возможность сократить время оценки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ALEXANDROV, E. *Crearea genotipurilor interspecifice rizogene de viță-de-vie*. Chișinău: Lexon-Prim, 2020.
- [2] *Atlas. Factorii naturali și antropici de risc*. Chișinău: Editura „Impressum”, 2019.
- [3] GEORGESCU, MAGDALENA, DEJEU, L., IONESCU, P. *Ecofiziologia viței-de-vie*. Editura ceres, București, 1991.
- [4] *Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia*. HGRM nr. 1009 din 10.12.2014
- [5] *Strategia de mediu pentru anii 2014-2023 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia*. HGRM nr. 301 din 24.04.2014.
- [6] ȘIȘCANU GN. *Fotosinteza și funcționalitatea sistemului donator-acceptor la plantele pomicole*. Chișinău: S.n., 2018.
- [7] Амирджанов, А., Г. *Солнечная радиация и продуктивность винограда*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1980.
- [8] Ильницкий, О., А., Плугатарь, Ю., В., Корсакова, С., П. *Методология, приборная база и практика проведения фитомониторинга*. Симферополь: ИТ «Ариал», 2018.
- [9] Корсакова С.П., Ильницкий О.А., Плугатарь Ю.В. Сравнение моделей световых кривых фотосинтеза на примере вечнозеленых видов растений. Наука Юга России, 2018 Т. 14, №. 3. с. 88–100.
- [10] Корсакова С.П., Ильницкий О.А., Плугатарь Ю.В., Паштецкий А.В. Применение фитомониторных систем для оптимизации интродукционных исследований. Биология растений и садоводство: теория, инновации. Сборник научных трудов ГНБС. 2018. Том 147. с. 80-83.
- [11] Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 200 с.
- [12] Шатилов Ф.И. Северное виноградарство России. Оренбург, 1998. 146 с.

(Евгений Александров) ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ, ФИЗИОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ. г. Кишинэу