

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующего функционирования почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега

Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

=====
УДК 631.46:631.432.2:631.433.3:634.8

Сравнительный анализ лимитирующего функционирования почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В.

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация

Исследовательский интерес к использованию показателя биологической активности почвы для прогнозирования состояния и устойчивости природных и агроэкосистем в последние годы значительно возрос в связи с климатическими изменениями, меняющимися расположением и границы сложившихся агроклиматических поясов. Отличительными особенностями этих изменений являются беспрецедентная скорость, а также пространственная и временная неоднородность. В этой связи большую актуальность приобретает выявление закономерностей влияния региональных агроклиматических факторов на почвенную микробиоту как показателя здоровья почвы в условиях различных типов землепользования. В данной работе сделана попытка установить лимитирующую активность функционирования почвенного микробиома климатические факторы на основе расчета климатических индексов в двух близких по температурному режиму, но контрастных по влажности регионах возделывания винограда. Результаты исследований показали, что величина базального дыхания почв ампелоценозов Автономного края Воеводина Республики Сербия оказалась в 6–11 раз выше, чем в почвах ампелоценозов Южного берега Крыма, что, вероятно, связано с резким дефицитом влаги в последних (коэффициент увлажнения 0,39 против 1,13 в Воеводине). Вне зависимости от географического положения винодельческих хозяйств базальное дыхание почв в органических виноградниках вдвое превышало данный показатель в почвах хозяйств, практикующих традиционную систему культивирования винограда, что указывает на более благоприятные условия функционирования почвенного микробного сообщества.

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующих функционирование почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега
Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

Ключевые слова: БАЗАЛЬНОЕ ДЫХАНИЕ, БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ, ВИНОГРАДНИКИ, АМПЕЛОЦЕНОЗ, ТЕПЛОВОЙ ИНДЕКС УИНКЛЕРА, ГЕЛИОТЕРМИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ХУГЛИНА, ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ УВЛАЖНЕНИЯ СЕЛЯНИНОВА, КОЭФФИЦИЕНТ УВЛАЖНЕНИЯ

Введение

Характеристики и свойства почвы, ее здоровье особенно тесно связаны с качеством получаемой продукции в виноградарстве. Почвы, на которых культивируются виноградные растения, отличаются огромным разнообразием, и именно этот базовый компонент экосистем, наряду с климатическими условиями, является важнейшим фактором, определяющим качество вина [1].

Известно, что почва винодельческих районов в большей степени, чем пашня, подвержена различным деградационным процессам, связанным с развитием эрозии, снижением биоразнообразия, загрязнением вследствие длительного и интенсивного применения пестицидов. Поэтому устойчивое производство высококачественных вин должно быть обеспечено применением таких агротехнологий, которые поддерживают биологическую активность и разнообразие почвы, сохраняют ее плодородие и качество окружающей среды.

Системы культивирования винограда разнообразны, и их выбор зависит от особенностей конкретного региона, выращиваемых сортов, региональных традиций, потребительских предпочтений. На выбор конкретных приемов возделывания винограда в последние годы большое влияние оказывают также глобальные климатические изменения, отличительными особенностями которых являются беспрецедентная скорость, а также пространственная и временная неоднородность. Несмотря на то, что тренд годового количества осадков на территории Российской Федерации в целом за последние 50 лет положительный, на юге Европейской части России наблюдается повышение засушливости [2]. Возрастает частота экстремальных погодных явлений (град, заморозки, засуха), быстрая смена погодных условий (температуры, осадков, солнечной радиации), что приводит к изменению продуктивности лозы, сдвигу фенологических фаз, ухудшению качества ягод и вина. В винодельческих районах, расположенных в Восточной Европе, происходят схожие тенденции [3]. В таких условиях особенно востребована ранняя индикация процессов, приводящих к нарушению выполнения почвами своих

экологических функций. В качестве таких индикаторов могут выступать некоторые химические и биологические свойства почвы, в частности содержание органического углерода, микробная биомасса и дыхание [4, 5]. Кроме того, данные индикаторы полезны для интегральной оценки воздействия применяемых агротехнологий [6], что имеет решающее значение для управления продуктивностью ампелоценозов [7].

Таким образом, выявление закономерностей влияния региональных агроклиматических факторов на почвенную микробиоту как показателя здоровья почвы в условиях различных типов землепользования приобретает особую актуальность и практическую значимость. Цель настоящего исследования состояла в установлении лимитирующих активность функционирования почвенного микробиома климатических факторов на основе расчета климатических индексов в двух близких по температурному режиму, но контрастных по влажности регионах возделывания винограда, расположенных в Севастопольской зоне виноделия Республики Крым и Автономном крае Воеводина Республики Сербия.

Объекты и методы

Исследования проводились в двух винодельческих регионах: Севастопольском районе Республики Крым и районе города Сремски Карловци Автономного края Воеводина Республики Сербия (рис. 1).

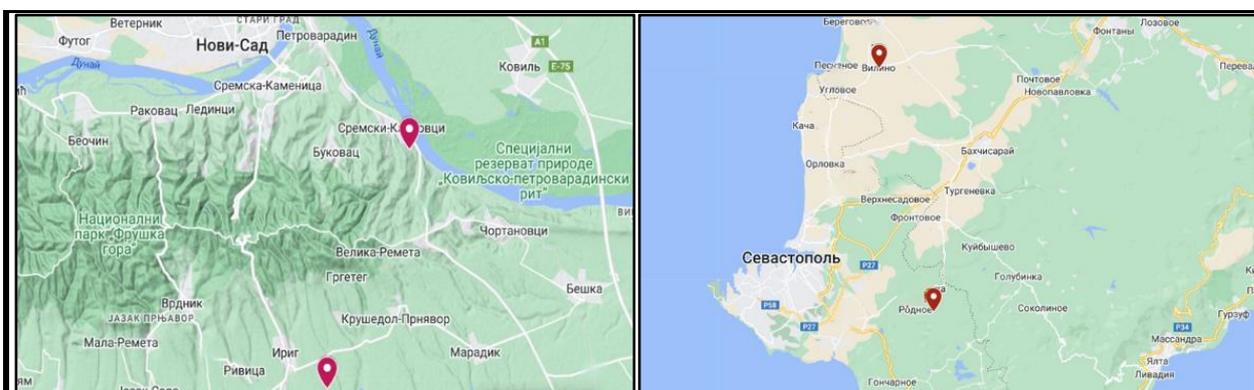


Рис. 1. Расположение точек отбора образцов в Республике Крым и Республике Сербия.

В соответствии с классификацией Кёппена, климатические условия Севастопольской зоны виноделия субтропические, средиземноморского типа.

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующих функционирование почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Среднегодовая температура составляет $+12,2^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц – февраль (средняя температура $+2,8^{\circ}\text{C}$), самый тёплый – июль (средняя температура $+22,4^{\circ}\text{C}$). Лето жаркое и достаточно засушливое. Сумма активных температур варьирует в пределах $3300\text{--}3500^{\circ}\text{C}$. Количество дней с температурой выше 10°C достигает 190. Среднегодовое количество осадков на территории Севастопольской зоны виноделия изменяется от 300 до 400 мм в год. Месячные суммы осадков осенне-зимнего периода существенно выше их среднегодовых значений, а весенне-летнего – значительно ниже средних величин.

Климатические условия в районе города Сремски Карловци умеренно-континентальные со специфическими чертами в отдельных локациях, где проявляются элементы субгумидного и мезотермического климата, оказывающие существенное влияние на условия выращивания винограда.

В течение года температура обычно колеблется от $-2,7^{\circ}\text{C}$ до $28,3^{\circ}\text{C}$, редко бывает ниже $-9,4^{\circ}\text{C}$ и выше $33,8^{\circ}\text{C}$. Самый жаркий месяц года в городе Сремски Карловци — июль со средним максимумом $27,7^{\circ}\text{C}$ и минимумом $15,5^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц в году — январь со средним минимумом $-2,7^{\circ}\text{C}$ и максимумом $3,3^{\circ}\text{C}$ (рис. 2, 3).

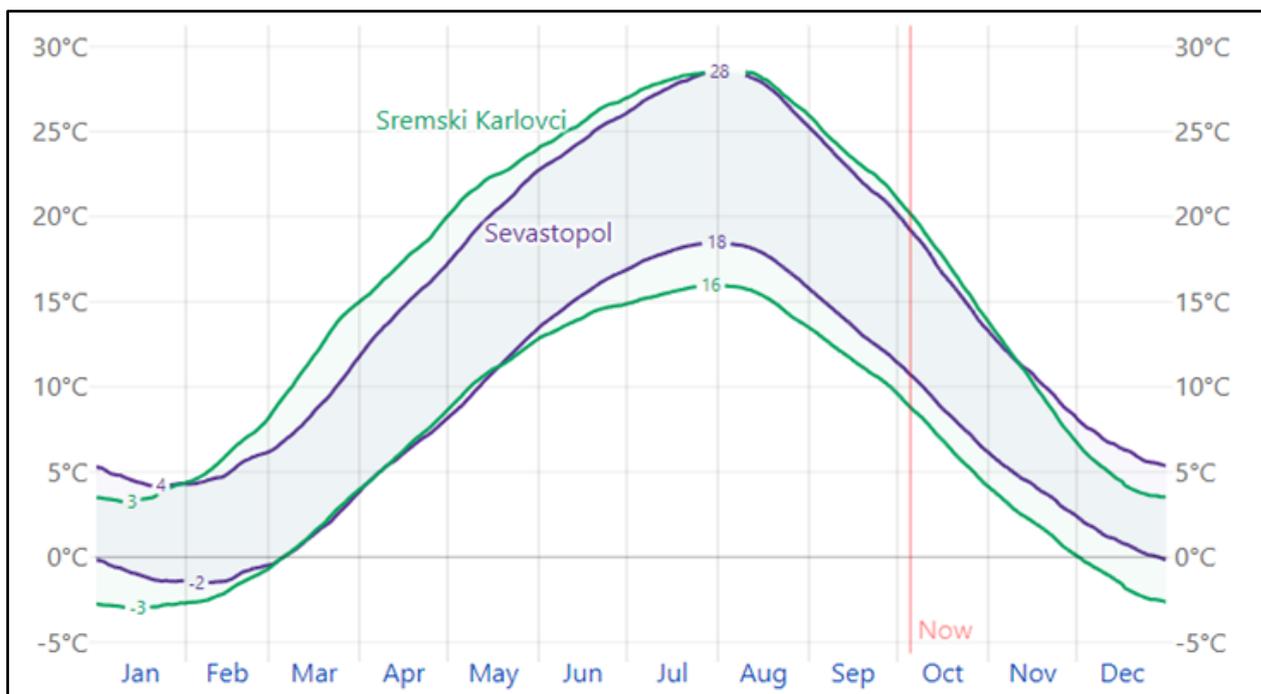


Рис 2. Динамика среднемесячных температур в условиях города Севастополя и города Сремски Карловци Республики Сербия (<https://weatherspark.com>).

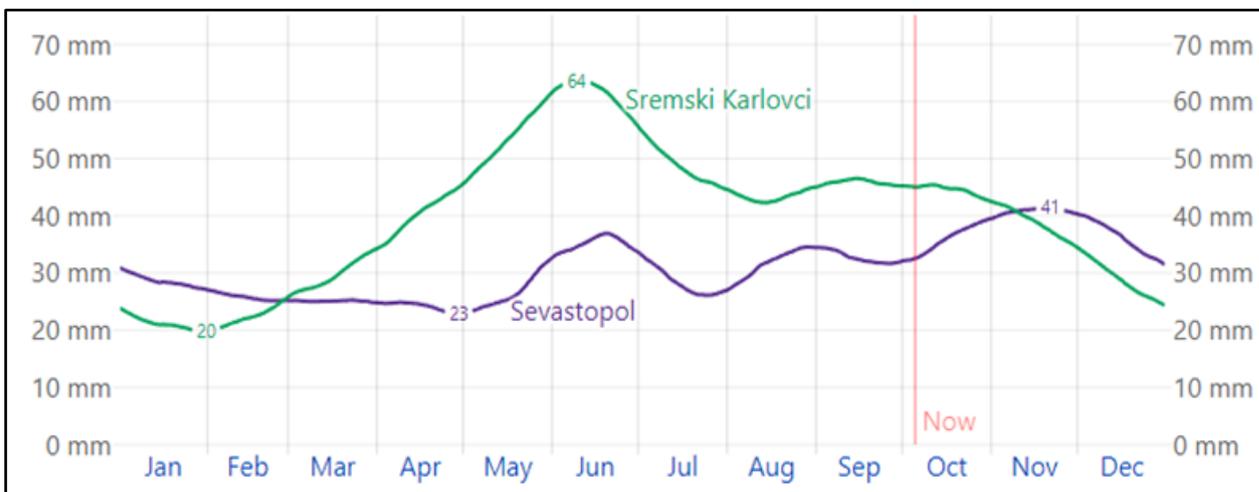


Рис. 3. Динамика среднемесячного количества осадков в условиях города Севастополя и города Сремски Карловци Республики Сербия (<https://weatherspark.com>).

Объектами исследования выступили коричневые легкоглинистые почвы двух винодельческих хозяйств Южного берега Крыма и бурые лесные остаточно-карбонатные почвы в Автономном крае Воеводина Республики Сербия. В каждом регионе исследования одно хозяйство практикует органическую, другое - традиционную систему землепользования.

Отбор точечных почвенных проб производили почвенным буром с глубины 0–15 см в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017, получали объединенную пробу. Пробоподготовку отобранных почвенных проб выполняли в соответствии с ГОСТ ISO 11464–2015. Базальное дыхание (БД) определяли методом EN ISO 16072:2011 Soil quality - Laboratory methods for determination of microbial soil respiration (ISO 16072:2002) с использованием газового хроматографа «Хроматэк – Кристалл 5000.1». Скорость БД выражали в мкг $\text{CO}_2\text{-C г}^{-1}$ почвы в час. Повторность пятикратная.

Статистическую обработку данных проводили с использованием RStudio при уровне значимости $p = 0,05$.

Результаты и обсуждение

Вследствие того, что районы, в которых расположены объекты исследования, находятся практически на одной широте (рис. 4), динамика их среднемесячного температурного диапазона достаточно близка (рис. 2). При этом, как было отмечено выше,

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующих функционирование почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

климат в районах исследования относится к средиземноморскому и умеренно-континентальному типу, что делает контрастной динамику среднемесячного количества осадков (рис. 3).



Рис. 4. Расположение исследуемых объектов относительно 45-й параллели северной широты

С учетом того, что виноградной лозе в течение сезона активной вегетации (при среднесуточной температуре не ниже 10°C) требуется от 300 до 600 мм осадков в прохладном климате и от 400 до 800 мм в жарком [8], можно предположить, что в условиях Севастопольской зоны земледелия Крымского полуострова влажность может выступать в качестве лимитирующего продуктивность винограда фактора. Для проверки данного предположения для районов исследования были рассчитаны климатические индексы.

Коэффициент увлажнения Иванова-Высоцкого [9] является отношением годового количества осадков к годовой величине испаряемости для данного ландшафта и рассчитывается по формуле:

$$КУ = R/E,$$

где КУ – коэффициент увлажнения; R – среднегодовое количество осадков, мм; E – величина испаряемости, мм (количество влаги, которое может испариться с водной поверхности при данной температуре).

Если данные по среднегодовому количеству осадков являются открытыми и широкодоступными для использования, то для определения величины испаряемости существует большое количество разнообразных подходов.

В качестве метода оценки испаряемости нами была выбрана эмпирическая формула Иванова [9], для использования которой необходимо располагать данными о температуре и влажности воздуха:

$$E = 0,0018(25+E)^2(100-r),$$

где E – испаряемость, мм мес⁻¹; T – средняя месячная температура воздуха, °C; r – средняя относительная влажность воздуха, %.

На основании климатограмм показателей средней месячной температуры и средней месячной относительной влажности были рассчитаны месячные величины испаряемости. В результате суммирования данных показателей было получено количество влаги, которое может испариться с водной поверхности при данной температуре за год, что дало возможность рассчитать коэффициент увлажнения (табл. 1).

Таблица 1. Показатели среднегодового количества осадков, коэффициента увлажнения (КУ), гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова (ГТК), теплового индекса Уинклера (WI), гелиотермического индекса Хуглина (HI) для городов Севастополь (Республика Крым) и Сремски Карловци (Республика Сербия)

Среднегодовое количество осадков, мм		КУ		ГТК		WI		HI	
С	К	С	К	С	К	С	К	С	К
776	350	1,13	0,39	0,86	0,54	1890	1788	2963	2749

Примечание: С – Республика Сербия (г. Сремски Карловци), К – Республика Крым (г. Севастополь).

Для Севастопольской зоны виноделия данный коэффициент составил 0,39, что свидетельствует о недостатке влаги. В этих условиях количество осадков выступает в качестве лимитирующего агроэкологического фактора, но в целом агроклиматические и

=====

почвенные условия благоприятствуют развитию виноградарства. Коэффициент увлажнения для района города Сремски Карловци (Автономный край Воеводина) с контрастными показателями влажности и испаряемости составил 1,13. Это свидетельствует о том, что количество осадков превышает их испаряемость, поэтому эта зона характеризуется повышенной влажностью.

В настоящее время в практике Росгидромета широко применяется гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) в качестве основного количественного показателя соотношения тепла и влаги [10]. Распределение ГТК хорошо согласуется с геоботаническими зонами и, по сути, отображает дифференциацию ландшафтов. Значение коэффициента определяется по следующей формуле:

$$\text{ГТК} = \sum r / 0.1 \sum t > 10,$$

где $\sum r$ – это сумма осадков за период вегетации с температурой выше 10°C, $\sum t > 10$ – это сумма температур за период вегетации с температурой выше 10°C.

В настоящей работе для расчета данного показателя использовались метеоданные пакета `noaa: 'NOAA' Weather Data from R – CRAN` программы RStudio. Выборка метеоданных анализировалась за период с 2010 по 2020 годы.

При обосновании гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинов исходил из того, что сумма температур близка к испарению с оптимально увлажненного поля и поэтому может быть принята за величину максимально возможного испарения, то есть за испаряемость. Коэффициент представляет собой отношение сумм осадков за некоторый период к суммам температур выше 10°C, уменьшенным в 10 раз, за тот же период.

Календарные сроки прохождения фаз вегетации в разные годы у одного и того же сорта винограда могут сдвигаться в зависимости от почвенно-климатических особенностей местности и сложившихся метеорологических условий года, однако их последовательность всегда сохраняется. Неодинакова и продолжительность фаз вегетации у разных сортов винограда. По этому признаку все сорта винограда распределяются по группам с различным периодом созревания ягод. Обычно отмечают четыре фазы вегетационного периода винограда, связывая их с использованием и накоплением углеводов [11]. К. Стоев (1983) [12], обобщая исследования советских, американских, французских и венгерских ученых, предлагает упрощенную характеристику вегетационного периода с разделением его на три основные фазы: рост, плодоношение и вызревание лозы с последующим делением каждой

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующих функционирование почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега

Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

из них на отдельные этапы в соответствии с присущими им специфическими физиолого-биохимическими процессами.

Для большинства сортов винограда период вегетации длится с апреля по октябрь. Рассчитанный в данной работе показатель ГТК для города Севастополь оказался равен 0,56, что, согласно классификации, соответствует очень засушливой зоне увлажнения. Показатель гидротермического коэффициента увлажнения для города Сремски Карловци составил 0,84, что соответствует зоне недостаточного увлажнения.

В работе также были установлены условия теплообеспечения регионов исследования на основе расчета теплового индекса Уинклера (сумма активных температур, превышающих 10°C, в течение вегетационного периода) и гелиотермического индекса Хуглина (сумма активных температур в течение вегетационного периода). Индекс Хуглина характеризует тепловой и инсоляционный потенциал области, что важно для созревания винограда различных сортов. Он рассчитывается на основе средней продолжительности светового дня и биологически эффективных температур в период с 1 апреля по 30 сентября для Северного полушария [13] с учетом поправки на длину дня в зависимости от широты. Согласно индексу Уинклера, исследуемые районы обладают достаточно высоким уровнем теплообеспеченности (диапазон от 1670 до 1940) с некоторым превышением данного показателя в Автономном крае Воеводина [14]. В соответствии с индексом Хуглина, оба винодельческих региона относятся к классу климата $HI + 2$ ($2400 < HI \leq 3000$), что соответствует жаркому климату. Таким образом, как Крымский полуостров, так и Автономный край Воеводина Республики Сербия находятся в сходных условиях теплообеспеченности, благоприятных для культивирования виноградной лозы.

Таким образом, наши расчеты подтвердили, что для Южного берега Крыма со средиземноморским типом климата наиболее вероятным лимитирующим фактором будет выступать количество осадков, которые к тому же приходится в основном на зимний период. В этих условиях агротехнические приемы при культивировании винограда направлены, прежде всего, на борьбу с сорными растениями в междурядьях, которые составляют конкуренцию виноградной лозе за воду и питательные вещества. Поэтому винодельческие хозяйства, расположенные в регионах с данным типом климата, нередко прибегают к вспашке междурядий и интенсивным пестицидным обработкам [15]. Данные агротехнические приемы приводят к снижению почвенного плодородия, развитию

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующего функционирования почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

эрозионных процессов, в особенности, на склоновых формах рельефа, уплотнению почвы и потерям органического вещества, что не может не отразиться на здоровье почвы и, прежде всего, ее биологической активности. В этой связи состояние микробного сообщества почвы может эффективно использоваться при проведении экологического мониторинга почв ампелоценозов с целью раннего выявления факторов риска для данного типа агроэкосистем.

Известно, что почвенный микробиоценоз быстро реагирует на изменение условий среды [16]: происходят ощутимые сдвиги в общей численности микроорганизмов и их видовом разнообразии, активности почвенных ферментов, интенсивности почвенного дыхания и процессов круговорота основных биогенных элементов. Для количественной оценки происходящих изменений часто используют микробные экофизиологические показатели, характеризующие удельную активность микробиома. Из них наиболее информативным и широко используемым показателем является микробное дыхание [17].

В настоящем исследовании для определения физиологического статуса микроорганизмов в почвах ампелоценозов с разными условиями увлажнения и системами землепользования была определена и проанализирована величина базального дыхания почв. Как правило, повышение скорости базального дыхания свидетельствует о благоприятном состоянии почвенного микробиома.

Полученные нами результаты параметров базального дыхания в почвах ампелоценозов в районе городов Севастополь и Сремски Карловци с различными системами землепользования свидетельствуют о том, что данный показатель был в 11 и 6 раз выше, соответственно, в почвах органических и традиционных хозяйств, расположенных в Автономном крае Воеводина Республики Сербия (рис. 5). С учетом приведенных выше расчетов можно предположить, что основным лимитирующим фактором в снижении биологической активности почв Севастопольской зоны виноделия являлся дефицит влаги во время периода вегетации виноградных растений.

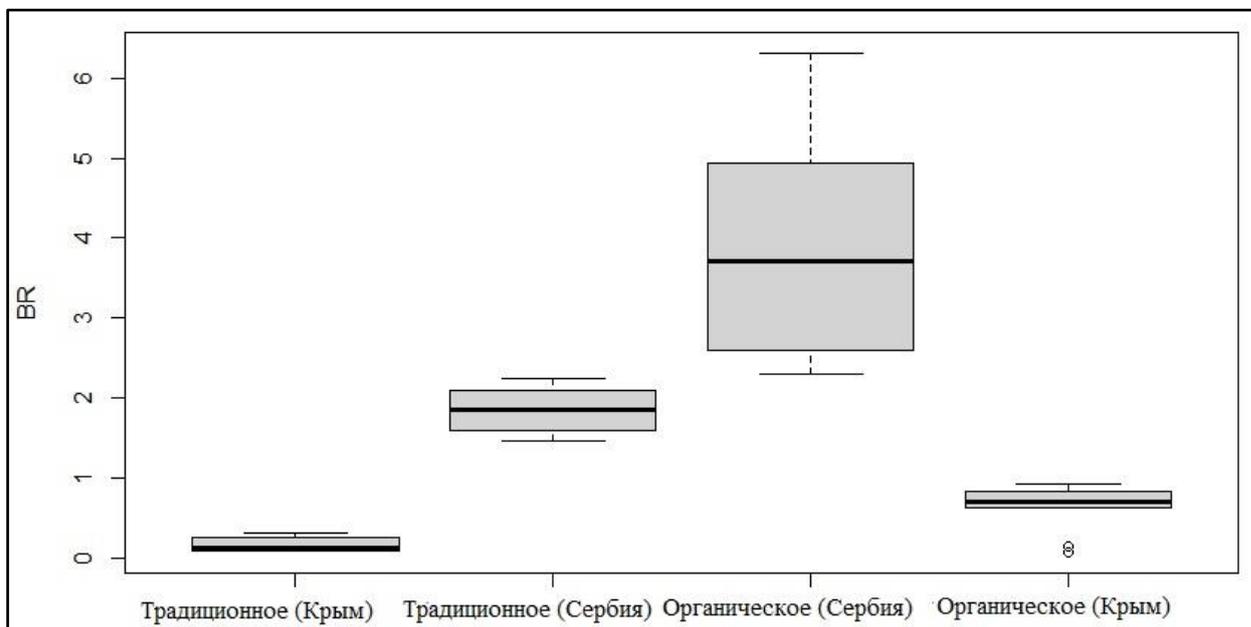


Рис. 5. Базальное дыхание ($\text{мкг CO}_2\text{-C г}^{-1}\text{ почвы ч}^{-1}$) почв ампелоценозов Республики Крым и Республики Сербия согласно критерию Краскела-Уоллиса ($p = 0,01$).

Также полученные данные свидетельствуют о наличии влияния применяемой в хозяйствах системы землепользования на активность почвенной микробиоты. В почве хозяйств, придерживающихся органической системы земледелия, данный показатель оказался вдвое выше, чем в почве хозяйств с традиционной системой культивирования винограда. Аналогичные данные приводятся в работе Probst et al. (2008) [18], где изучалось влияние органической и традиционной технологий выращивания винограда на микробную биомассу и экофизиологические индексы в окрестностях города Кольмар на северо-востоке Франции. Авторы обнаружили наибольшее содержание микробной биомассы и интенсивность дыхания в почвах органических хозяйств, причем микробиологическая активность почвы положительно коррелировала с продолжительностью практики органического землепользования. В исследованиях, проведенных Amaral et al. (2022), отмечено, что в почве под органическими виноградниками сохранялся органический углерод, а микробные экофизиологические индексы, свидетельствующие о состоянии почвенного микробиома, были значительно выше и стабильнее, чем в почвах традиционных ампелоценозов, и соответствовали таковым для фоновых почв [19].

Таким образом, определение экофизиологического статуса почвенного микробиоценоза на основе показателя дыхания почвы может быть чрезвычайно полезно не

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующих функционирование почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

только для оценки текущего состояния почв ампелоценозов, но и для принятия своевременных и обоснованных решений о внесении изменений в элементы управления виноградниками с целью поддержки экосистемных услуг почв и получения на них высококачественной винодельческой продукции.

Заключение

Сравнительная оценка дыхательной активности почв под виноградниками показала наличие существенных и достоверных различий между исследованными винодельческими хозяйствами, расположенными в зоне субтропического климата на Южном берегу Крыма и в зоне умеренно континентального климата в Автономном крае Воеводина Республики Сербия. Величина базального дыхания почв ампелоценозов Автономного края Воеводина Республики Сербия оказалась в 6–11 раз выше, чем в почвах ампелоценозов Республики Крым, что, вероятно, связано с дефицитом влаги в последних.

Вне зависимости от географического положения винодельческих хозяйств базальное дыхание почв в органических виноградниках вдвое превышало данный показатель в почвах хозяйств, практикующих традиционную систему культивирования винограда, что указывает на более благоприятные условия функционирования почвенного микробного сообщества.

Список использованных источников:

1. Van Leeuwen C., Seguin G. The concept of terroir in viticulture // Journal of Wine Research. - 2006. - Vol. 17. - P. 1-10. – DOI: [10.1080/09571260600633135](https://doi.org/10.1080/09571260600633135).
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. – Москва, 2023. – 104 с.
3. Babić V., Krstić M. Climate characteristics of the sessile oak forest belt on Fruška Gora (in Serbian) // Шумарство. - 2014. - Vol. 3-4. - P. 49-62.
4. Dobrovolskaya T.G., Zvyagintsev D.G., Chernov I.Y., Golovchenko A.V., Zenova G.M., Lysak L.V., Manucharova N.A., Marfenina O.E., Polyanskaya L.M., Stepanov A.L. et al. The role of microorganisms in ecological functions of soils // Eur. Soil Sci. – 2015. – Vol. 9. – P. 1087–1096. - DOI: [10.1134/S1064229315090033](https://doi.org/10.1134/S1064229315090033).
5. Lehmann J., Bossio D.A., Kögel-Knabner I., Rillig M.C. The concept and future prospects of soil health // Nature Reviews Earth & Environment. - 2020. - Vol. 1(10). - P. 544 - 553. - DOI: [10.1038/s43017-020-0080-8](https://doi.org/10.1038/s43017-020-0080-8).

6. Miao S., Tang Y., Xue H., Qiao Y. Soil bacterial community responses to land-use change in Mollisol of Northeast China // Ecological Engineering. - 2022. - V. 184. - P. 50-62. - DOI: [10.1007/s11104-022-05423-3](https://doi.org/10.1007/s11104-022-05423-3).

7. Schloter M., Nannipieri P., Sørensen S.J., van Elsas J.D. Microbial indicators for soil quality // Biology and Fertility of Soils. - 2018. - Vol. 54(1). - P. 1-10. - DOI: [10.1007/s00374-017-1248-3](https://doi.org/10.1007/s00374-017-1248-3).

8. Rienth M., Scholasch T. State-of-the-art of tools and methods to assess vine water status // OENO One. - 2019. – Vol. 53. - № 4. - P. 619-637. - DOI: [10.20870/oenone.2019.53.4.2403](https://doi.org/10.20870/oenone.2019.53.4.2403).

9. Иванов Н.Н. Об определении величин испаряемости // Известия Всесоюзного географического общества. – 1954. - Т. 86. - № 2. - С. 189–196.

10. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. - Вып. 20. - С. 169–178.

11. Негруль А.М. Виноградарство и виноделие. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 512 с.

12. Стоев К. Физиология винограда и основы его возделывания: Том 2 Рост и развитие виноградной лозы. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 386 с.

13. Shaw T.B. Climate change and the evolution of the Ontario cool climate wine regions in Canada // J. Wine Res. - 2016. - DOI: [10.1080/09571264.2016.1238349](https://doi.org/10.1080/09571264.2016.1238349).

14. Влияние климата на виноградарство в Севастопольском регионе / Е.В. Вышкваркова, Е.А. Рыбалко. Севастополь: ИПТС, 2022. - 125 с.

15. Biarnès A., Rio P., Hocheux A. Analyzing the determinants of spatial distribution of weed control practices in a Languedoc vineyard catchment // Agronomie. - 2004. - Vol. 24. - P. 187-196. - DOI: [10.1051/AGRO:200401](https://doi.org/10.1051/AGRO:200401).

16. Ananyeva N.D., Ivashchenko K.V., Sushko S.V. Microbial indicators of urban soils and their role in the assessment of ecosystem services (review) // Soil Sci. - 2021. - Vol. 54. - P. 1517–1531. - DOI: [10.1134/S1064229321100033](https://doi.org/10.1134/S1064229321100033).

17. Alef K., Nannipieri P. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry / Academic Press: Cambridge, MA, USA, 1995. – 608 p.

18. Probst B., Schüler C., Joergensen R.G. Vineyard Soils under Organic and Conventional Management - Microbial Biomass and Activity Indices and Their Relation to Soil Chemical Properties // Biol. Fertil. Soils. - 2008. - V. 44. - P. 443–450. - DOI: [10.1007/s00374-007-0225-7](https://doi.org/10.1007/s00374-007-0225-7).

19. Amaral H.F., Schwan-Estrada K.R.F., Alves de Sena J.O., Colozzi-Filho A., Andrade D.S. Seasonal variations in soil chemical and microbial indicators under conventional and organic vineyards // Acta Scientiarum Agronomy. - 2022. - Vol. 45. - DOI: [10.4025/actasciagron.v45i1.56158](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v45i1.56158).

Цитирование:

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующего функционирования почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в

Габечая В.В., Андреева И.В., Морев Д.В. Сравнительный анализ лимитирующих функционирование почвенного микробиома факторов при культивировании винограда в условиях Южного берега
Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

условиях Южного берега Крыма и Автономного края Воеводина Республики Сербия
[Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. –
2023. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_628.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202136628>.