

Раздел 6.

АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.4:631.8+634.1(470+213.1)

doi:10.31360/2225-3068-2022-81-151-160

**ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЩЕЙ
МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА
ПОЧВ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ В ОЦЕНКЕ
СТЕПЕНИ ИХ АГРОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ**

Малюкова Л.С., Рогожина Е.В.

*Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия, e-mail: malukovals@mail.ru*

В настоящее время поиск наиболее информативных показателей для отражения степени агрогенных изменений почв является предметом многих исследований. В этом аспекте для почв зоны влажных субтропиков России показана информативность показателей общей метаболической активности (базальное и субстрат-индуцированное дыхание, углерод микробной биомассы, микробный метаболический коэффициент) в оценке их агрогенных изменений. Приводятся диапазоны их варьирования для бурых лесных почв и желтозёмов под различными ценозами (буково-грабовый лес, чай, фундук, персик, актинидия деликатесная, азимина). Оценена степень изменения исследуемых показателей для основных зональных типов почв под влиянием типа землепользования и различного уровня агрогенного воздействия. Для почв под культурой чая отмечен доза-зависимый эффект: средние (близкие к оптимальным) дозы минеральных удобрений увеличивали эмиссию CO_2 (базальное дыхание); высокие дозы – существенно снижали этот показатель. Более выраженным откликом на стресс (дыхание почвы, индуцированное глюкозой) характеризовались почвы естественных ценозов и агроценозов без применения удобрений. Применение минеральных удобрений (средний и высокий уровень воздействия) снижало субстрат-индуцированное дыхание (в 2–3 раза) и увеличивало микробный метаболический коэффициент ($q\text{CO}_2$), что свидетельствовало о нарушении экологического равновесия в микробном сообществе. Показано, что все изученные показатели были информативными, поскольку отражали характер и степень агрогенных изменений. По чувствительности (уровень изменения относительно почв фоновой территории) эти показатели формировали следующий ряд: $\text{СИД} \geq q\text{CO}_2 > \text{БД}$. Более универсальным, исходя из уровня чувствительности, а также учёта (интеграции) изменений базального дыхания и микробной биомассы являлся микробный метаболический коэффициент ($q\text{CO}_2$), представляющий собой удельное дыхание микробной биомассы.

Ключевые слова: бурые лесные почвы, агрогенные изменения, критерии оценки, биодиагностика.

Введение. В настоящее время поиск наиболее информативных показателей для отражения степени агрогенных изменений почв является предметом многих исследований, поскольку до сих пор еще не найдены универсальные критерии. Используется достаточно широкий спектр показателей физико-химических, агрохимических и биологических свойств почв, по которым судят об агропедогенезе [3, 27, 28, 12]. Как правило, их информативность оценивается по чувствительности к агрогенной нагрузке, степени снижения показателя относительно эталонных значений, корреляционным связям с другими свойствами почв. Для ранней диагностики нарушений устойчивости почв большой интерес представляют показатели биологической активности [35, 24], среди которых численность микроорганизмов [13, 15, 16], азотфиксация [20, 6], «дыхание» почв [17, 14, 11], ферментативная активность и мульти-субстратное тестирование [3, 4, 25]. Также широко используется ряд показателей, которые базируются на базальном и субстрат-индуцированном дыхании почв [31, 38, 22, 23], и группа расчётных относительных показателей, интеграция которых позволяет охарактеризовать в целом качество почв [8]. Исследователи отмечают, что показатели оценки состояния почвы должны выбираться в зависимости от применяемой системы землепользования, её характеристик и условий окружающей среды [37]. То есть, для каждой ситуации (тип почвы, климатическая зона, ценозы, типы воздействия) требуется минимальный и чёткий набор наиболее информативных биологических показателей, способных описывать сложность почвенной системы. Это и определило актуальность оценки информативности группы показателей общей метаболической активности микробсообщества почв (базальное и субстрат-индуцированное дыхание, углерод микробной биомассы, микробный метаболический коэффициент) в оценке степени агрогенных изменений основных зональных почв влажных субтропиков России.

Объекты и методы исследований. Оценка информативности показателей была проведена на основе сопряжённого анализа многолетнего блока экспериментальных данных, полученного в полевых опытах с удобрениями с фиксированной агрогенной нагрузкой, в сравнении с параметрами почв фоновой территории.

Исследования проводили на основных зональных типах и подтипах почв: бурых лесных почвах (подтип бурых лесных кислых и подтип бурых лесных слабоненасыщенных) и желтозёмах (подтип оподзоленные оглеённые), в соответствии с [9]. Согласно Классификации почв России [10], почвы естественных ландшафтов относятся к бурозёмам и желтозёмам (Cambisols и Acrisols, соответственно),

а агрогенно-изменённые к агрозёмам структурно-метаморфическим (Anthrosols), в скобках приведены названия почв в соответствии с World Reference Base for Soil Resources WRB [39].

Бурые лесные кислые почвы изучали в пос. Уч-Дере, Сочи, Краснодарский край (43,69° с. ш., 39,64° в. д.), где заложены основные массивы чайных плантаций. Экспериментальные данные, характеризующие состояние почв под культурой чая, являются обобщёнными, полученными на базе полевых опытов с макро- и микроудобрениями. Выборка была представлена почвенными пробами контрастных вариантов опыта: без применения удобрений N0P0K0 (нулевая нагрузка удобрениями); вариантов с применением удобрений (средний N200P60K50 и высокий N400-600P120-180K100-150 уровень нагрузкой удобрениями). Бурые лесные слабонасыщенные почвы (опытно-коллекционные насаждения персика, фундука, азимины и актинидии деликатесной) и желтозёмы (чайная плантация) изучали на территории Опытного поля (43°34'26" с. ш., 39°44'57" в. д.) ФИЦ СНЦ РАН (г. Сочи, Хостинский район).

Экспериментальные данные, характеризующие состояние почв под различными культурами, являются обобщёнными за период 2010–2020 гг. (выборка более 200 образцов). В качестве фоновой (*эталонной*) почвы рассматривали почвы того же генезиса и территориального ландшафта, не подвергнутые прямому агрогенному воздействию.

Отборы почвенных образцов проводили в слое 5–20 см, который соответствует горизонту А для естественных почв и А плантажированному для агрогенных почв. Этот горизонт, согласно нашим исследованиям [25, 26, 21, 19], является функционально (биологически) активным и в меньшей степени (по сравнению с горизонтом A₀) содержит растительные остатки. Также этот почвенный слой наиболее подвержен агрогенному воздействию (внесение и заделка минеральных удобрений, механическая обработка, попадание пестицидов).

Определение базального дыхания (БД) или эмиссии CO₂ почвы проводили методом абсорбции с титриметрическим окончанием [18]. Субстрат-индуцированное дыхание почв (СИД) также определяли методом абсорбции с титриметрическим окончанием после инициации дыхания нарушающим воздействием – внесением в почвенные образцы раствора глюкозы [2]. Углерод микробной биомассы C_{mic} (мкг С/г почвы) рассчитывали на основании значений субстрат-индуцированного дыхания по формуле: C_{mic} (мкг С/г почвы) = СИД (мкл CO₂/г почвы/ч) × 40,04 + 0,37 [29, 2]. Микробный метаболический коэффициент (qCO₂) рассчитывали, как отношение скорости базального дыхания к величине микробной биомассы почвы [29, 2]: БД/ C_{mic} = qCO₂ (мкг CO₂ – С/мг C_{mic}/ч).

Результаты и их обсуждение. Показатели почвенного дыхания широко используются для оценки продуктивности экосистем, а также для анализа активности почвенных микробоценозов. Для зоны влажных субтропиков России выявлены стабильно высокие значения эмиссии CO_2 в бурых лесных почвах (кислых и слабоненасыщенных) под естественными ценозами (буково-грабовый лес) (табл. 1), типичные для высоких темпов минерализации органического вещества. Агентами «микробного дыхания» в почве выступают растения (корневое дыхание), а также гетеротрофные микроорганизмы (бактерии, немикоризные и микоризные грибы, актиномицеты), простейшие и почвенная макрофауна (беспозвоночные, мелкие позвоночные животные).

Соизмеримые с фоновыми (93–97 % от фона) значения базального дыхания (БД) были характерны для почв под чаем, которые не удобрялись в течение более 30 лет. На фоне длительного применения минеральных удобрений под культурой чая отмечен доза-зависимый эффект в весенне-летний период: средние (близкие к оптимальным) дозы удобрений увеличивали эмиссию CO_2 ; высокие дозы – существенно снижали этот показатель. Это согласуется с мнением многих авторов, что дыхание почв является достаточно информативным показателем при диагностике антропогенных изменений наземных экосистем [7, 5, 8, 32].

Таблица 1

Диапазоны варьирования эмиссии CO_2 (базальное дыхание) в аккумулятивном горизонте почв под различными ценозами и типами землепользования

Фитоценоз, варианты землепользования		Базальное дыхание, CO_2 , мг/кг почвы/сут.
Бурые лесные кислые почвы		
Буково-грабовый лес (фон)		100–150 (100 %)
Чай, нагрузка удобрениями	Нулевая	70–140 (80 %)
	Средняя	60–160 (70 %)
	Высокая	50–100 (65 %)
	Желтозём	
	Высокая	6–70 (50 %)
Бурые лесные слабоненасыщенные почвы		
Буково-грабовый лес (фон)		100–150 (100 %)
Персик		40–100 (65 %)
Актинидия деликатесная		70–115 (70 %)
Фундук		20–130 (95 %)
Азими́на		40–125 (90 %)

Примечание: указаны диапазоны варьирования показателя; в скобках – средний уровень показателей относительно фона, в %

Для слабоненасыщенных почв по уровню снижения эмиссии CO_2 (БД) ценозы формировали следующий ряд:

лес > фундук > азими́на > актинидия > персик

Выявленная амплитуда колебания этого показателя в слабоненасыщенных почвах под различными плодовыми культурами обусловлена системой содержания почвы и соответствующими изменениями её агрохимических свойств (содержанием гумуса, кислотностью почв).

Субстрат-индуцированное дыхание (СИД), отражающее отклик микробоценоза на нарушающее воздействие (доступный субстрат), варьировало в бурых лесных почвах от 1,8 до 12,2 мкл CO_2 /г почвы/час (табл. 2). Более выраженным откликом на стресс характеризовались почвы естественных ценозов и агроценозов без применения удобрений (чай). Внесение в почву минеральных удобрений, которые оказывали ингибирующее влияние на микробоценоз, сопровождалось существенным снижением (в 2–3 раза) этого показателя. Продолжительность снижения (1–4 месяца) этого показателя зависела от вида и дозы удобрения.

Таблица 2

**Диапазоны варьирования показателей,
отражающих общий метаболический статус микробоценоза,
в аккумулятивном горизонте почв**

Ценоз, нагрузка удобрениями	СИД, мкл CO_2 /г почвы/час	С _{mic} мкг С/г почвы	$q\text{CO}_2$, мкг CO_2 – С/мг С _{mic} /час
Бурые лесные кислые почвы			
Фон (лес)	5,3–12,2	214–489	2,1–5,2
Чай	Нулевая	3,6–8,2	1,5–6,4
	Низкая	3,0–6,1	1,22–3,57
	Средняя	2,3–4,7	1,04–2,98
	Высокая	2,3–5,3	0,93–2,54
	Избыточная	1,8–5,8	0,73–2,34
Бурые лесные слабоненасыщенные почвы			
Фон (лес)	3,6–6,1	144–345	2,2–4,8
Средняя	6,4–8,9	256–568	3,7–7,2

В последние годы более информативным показателем «напряжения» в экосистеме многими исследователями рассматривается метаболический коэффициент ($q\text{CO}_2$), который представляет собой индекс, определяемый количеством CO_2 -С (базальное дыхание), выделяемым

на единицу микробной биомассы (C_{mic}) во времени, и характеризует метаболический статус почвенных микроорганизмов [1]. Изменение величины, как правило – увеличение, отмечали при различных антропогенных воздействиях: загрязнении тяжёлыми металлами [33, 34], азотом [36], а также при длительном возделывании монокультуры [30].

Диапазоны варьирования расчётных показателей (углерод микробной биомассы и микробный метаболический коэффициент) в почвах различных ценозов и вариантов землепользования также демонстрировали высокую чувствительность и информативность к агрогенным изменениям (табл. 2). При нулевой нагрузке почв удобрениями qCO_2 был соизмерим с почвами фона. Применение минеральных удобрений (средний и высокий уровень воздействия) увеличивало qCO_2 , что указывало на нарушение экологического равновесия в микробном сообществе. Предполагается, что возрастание метаболического коэффициента связано с увеличением энергетических затрат микробной биомассы для преодоления стресса [1]. Количественной мерой (оценкой) воздействия может служить величина превышения qCO_2 агрогенной почвы по сравнению с фоновой, так называемая степень нарушения ($C_{нар.}$, согласно [1]), которая, по нашим данным, имеет прямую корреляцию с агрогенными нагрузками (рис. 1).

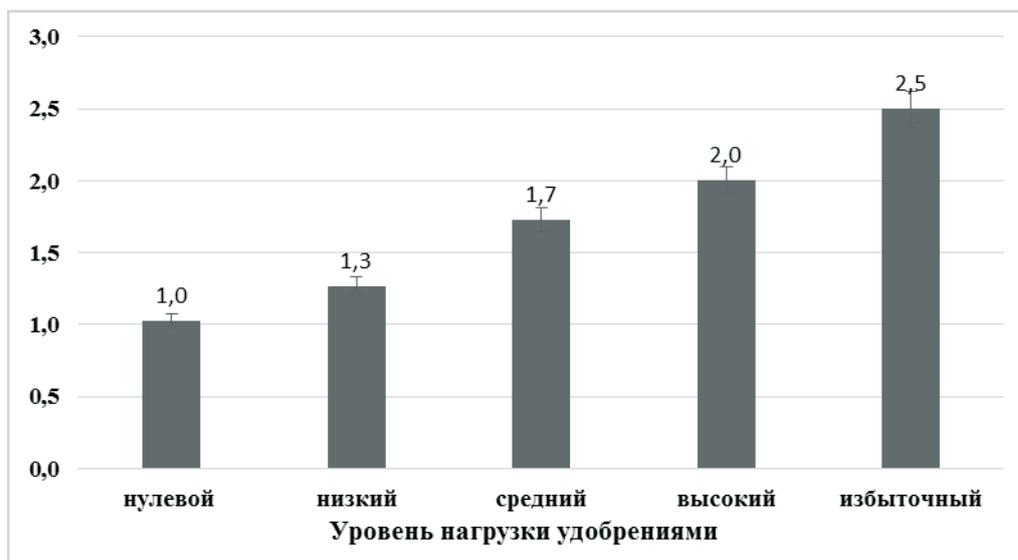


Рис. 1. Степень нарушения ($C_{нар.}$) почв при различных уровнях агрогенной нагрузки

По уровню изменения изученной группы показателей относительно фона наименее чувствительным показателем являлось базальное дыхание, значения которого при агрогенной нагрузке изменялись относительно

фона в 1,3–1,5 раза (рис. 2). Более чувствительными к агрогенному воздействию являлись 2 других показателя (СИД и qCO_2), изменения которых относительно фона составили 1,4–2,6 и 1,4–2,4 раза, соответственно. По степени чувствительности (от более чувствительного к менее) эти показатели формировали следующий ряд: СИД \geq qCO_2 > БД.

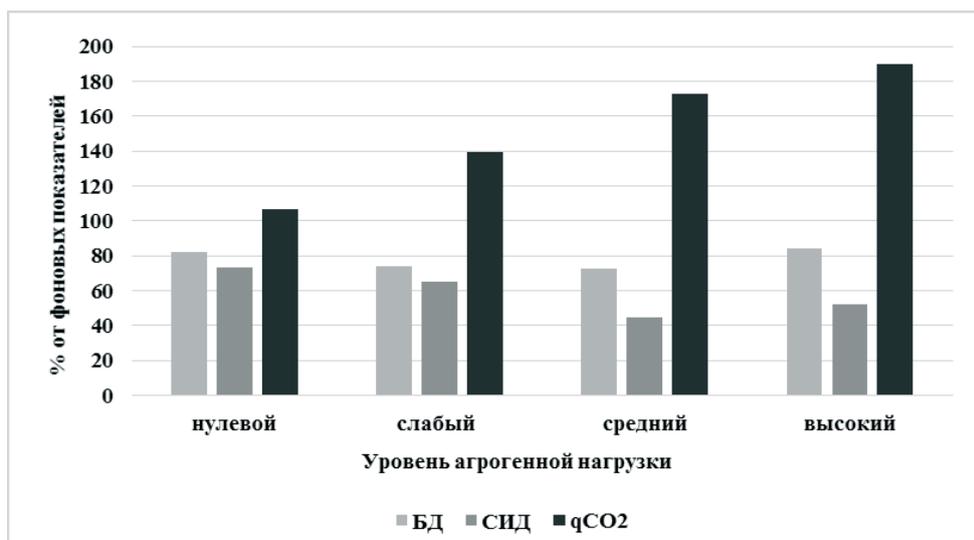


Рис. 2. Уровень изменения (снижения БД, СИД или увеличения qCO_2) показателей общей метаболической активности микробоценоза относительно фоновых значений

Выводы. Таким образом, оценка активности микробоценоза почв с использованием группы метаболических показателей (базальное и субстрат-индуцированное дыхание, углерод микробной биомассы, микробный метаболический коэффициент) позволяет в целом оценить её устойчивость к агрогенным факторам, нарушающим стабильность экосистемы. При этом микробный метаболический коэффициент, отражающий экофизиологический (метаболический) статус почвенных микроорганизмов может служить более информативным показателем степени агрогенных изменений, а также биологической буферности почв влажных субтропиков России.

*Публикация подготовлена в рамках реализации
ГЗ ФИЦ СХЦ РАН № FGRW-2021-0010.*

Список литературы

1. Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Демкина Т.С. Пространственное и временное варьирование микробного метаболического коэффициента в почвах // Почвоведение. – 2002. – № 10. – С. 1233-1241. – ISSN 0032-180X.
2. Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Орлинский Д.Б., Мякшина Т.Н. Методические аспекты определения скорости субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов // Почвоведение. – 1993. – № 11. – С. 72-77. – ISSN 0032-180X.
3. Горленко М.В., Кожевин П.А. Мультисубстратное тестирование природных микробных сообществ. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 87 с.
4. Девятова Т.А., Щербаков А.П. Биологическая активность чернозёмов центра русской равнины // Почвоведение. – 2006. – № 4. – С. 502-508. – ISSN 0032-180X.
5. Джанаев З.Г. Агрохимия и биология почв юга России: монография. – М: Изд-во МГУ, 2008. – 528 с. – ISBN 978-5-211-05583-4.
6. Завьялова Н.Е., Васбиева М.Т., Фомина Д.С. Микробная биомасса, дыхательная активность и азотфиксация в дерново-подзолистой почве Предуралья при различном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. – 2020. – № 3. – С. 372-378. – <https://doi.org/10.31857/S0032180X20030120>.
7. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых её показателей // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48-54. – ISSN 0032-180X.
8. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биология почв Юга России. – Ростов на/Д.: ЦВВР, 2004. – 349 с. – ISBN 5-94153-080-3.
9. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 224 с.
10. Классификация почв России / сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. – С. 57-61.
11. Козлова Н.В., Керимзаде В.В. Дыхательная активность агрогенно-изменённых почв чайных плантаций в постэксплуатационный период // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – № 69. – С. 192-200. – <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-69-192-200>.
12. Козлова Н.В., Малюкова Л.С. Методический подход к оценке бурых лесных кислых почв чайных плантаций субтропиков РФ по степени агрогенных изменений // Актуальные вопросы плодородства и декоративного садоводства в начале XXI века: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 120-летию основания института и 80-летию основания сада-музея «Дерево Дружбы» (Сочи, сентябрь 2014 г.). – Сочи: ВНИИЦиСК, 2014. – С. 413-422.
13. Лысак Л.В., Лапыгина Е.В. Разнообразие бактериальных сообществ городских почв // Почвоведение. – 2018. – № 9. – С. 1108-1114. – <https://doi.org/10.1134/S0032180X18090071>.
14. Малюкова Л.С., Керимзаде В.В., Великий А.В. Влияние различных видов и доз минеральных удобрений на дыхательную активность почв чайных плантаций // Плодородство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 43. – С. 132-138. – ISSN 0002-1881.
15. Малюкова Л.С., Рогожина Е.В. Информативность численности сапротрофных бактерий, актиномицетов и микромицетов при оценке состояния агрогенно-изменённых почв субтропической зоны России // Проблемы агрохимии и экологии. – 2020. – № 2. – С. 36-42. – <https://doi.org/10.26178/AE.2020.87.94.001> (RSCI)
16. Мамедов Г.М. Влияние систем удобрения на численность микроорганизмов в аллювиальной лугово-лесной и лугово-коричневой почвах под агроценозами // Агрохимия. – 2020. – № 4. – С. 30-37. – <https://doi.org/10.31857/S0002188120020106>.
17. Подгорная М.Е., Янушевская Э.Б., Рындин А.В. Дыхательная активность почвы как показатель её устойчивости к негативному действию пестицидов в системе экологизированной защиты персика // Агрохимия. – 2011. – № 10. – С. 39-42. – ISSN 0002-1881.

18. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 608 с. – ISBN 5-7695-1809-X.
19. Рогожина Е.В. Структурно-функциональное состояние микробного комплекса бурых лесных кислых почв влажно-субтропической зоны России при длительном агрогенном воздействии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2019. – 24 с.
20. Рогожина Е.В., Костина Н.В., Малюкова Л.С. Оценка азотфиксирующей способности почв садовых агроценозов субтропической зоны России // Вестник Московского университета, серия почвоведение. – 2011. – № 1. – С. 35-38.
21. Рогожина Е.В., Малюкова Л.С. Состояние микробоценоза агрогенно-изменённых почв под культурой чая (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) на фоне корневого применения кальцийсодержащего природного материала // Проблемы агрохимии и экологии. – 2017. – № 4. – С. 43-47.
22. Семёнов А.М., Ван Бругген А.Х.К. К методу определения параметра здоровья почвы // Агро XXI. – 2011. – № 1(3). – С. 8-10.
23. Семёнов А.М., Семёнова Е.В. Способ определения параметра здоровья у образцов почвы, компостов и других твёрдых субстратов // Современные проблемы гербологии и оздоровления почв: мат-лы Международной научно-практической конференции (21–23 июня 2016 г. Большие Вяземы). – ВНИИФ, 2016. – С. 291-298.
24. Соколов М.С., Марченко А.И. Экологический мониторинг здоровья почвы в системе «ОВОС» (методология выбора критериев оценки) // Агрохимия. – 2013. – № 5. – С. 3-18. – ISSN 0002-1881.
25. Струкова Д.В. Биологическая активность бурых лесных почв агроценозов чая, персика, фундука при длительном применении минеральных удобрений в условиях Черноморского побережья России: дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2014. – 140 с.
26. Струкова Д.В., Малюкова Л.С. Активность ферментов каталазы и фосфатазы в бурых лесных кислых почвах чайных плантаций субтропиков России // Субтропическое декоративное садоводство. – 2009. – Вып. 42. – Т. 2. – С. 118-127.
27. Фрид А.С. Современное состояние вопроса о нормировании статистики и динамики показателей почвенных свойств // Агрохимия. – 2008. – № 8. – С. 5-12.
28. Яковлев А.С., Гендугов В.М., Глазунов Г.П., Евдокимова М.В., Шулакова Е.А. Методика экологической оценки состояния почвы и нормирования её качества // Почвоведение. – 2009. – № 8. – С. 984-995.
29. Anderson J.P.E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol. Biochem. – 1978. – Vol. 10. – P. 215-221.
30. Anderson T.H., Domsch K.H. Application of eco-physiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories // Soil Biology and Biochemistry. – 1990. – Vol. 22. – P. 251-255. – [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(90\)90094-G](https://doi.org/10.1016/0038-0717(90)90094-G).
31. Bastida F., Moreno J.L., Hernandez T., Garcia C. Microbiological activity in a soil 15 years after its revegetation // Soil Biology and Biochemistry. – 2006. – Vol. 38. – P. 2503-2507. – <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.02.022>
32. Bastida F., Sonya A., Hernandez T., Garcia C. Past, present and future of soil quality indices: a biological perspective // Geoderma. – 2008. – Vol. 147. – P. 159-171. – <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.08.007>
33. Flissbach A., Martens R., Reber H.H. Soil microbial biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge // Soil Biol. Biochem. – 1994. – Vol. 26. – P. 1201-1205.
34. Insam H., Hutchinson T.C., Reber H.H. Effects of heavy metal stress on the metabolic quotient of soil microflora // Soil Biol. Biochem. – 1996. – Vol. 28(4/5). – P. 691-694.

35. Kandeler E. 3 - Physiological and biochemical methods for studying soil biota and their function // Soil microbiology, ecology, and biochemistry. – Academic Press, Oxford, UK, 2007. – P. 53-84. - <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047514-1.50007-X>.
36. Ohtonen R. Accumulation of organic matter along a pollution gradient: application of Odum's theory of ecosystem energies // Microbial ecology. – 1994. – Vol. 27(1). – P. 43-55.
37. Sojka R.E., Upchurch D.R. Reservations regarding the soil quality concept // Soil Science Society of America Journal. – 1999. – Vol. 63. – P. 1039-1054.
38. Tian Y., Haibara K., Toda H. Microbial biomass and activity along a natural pH gradient in forest soils in a karst region of the upper Yangtze River, China // J. For Res. – 2008. – Vol. 13. – P. 205-214. – <https://doi.org/10.1007/s10310-008-0073-9>.
39. Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // World Soil Resources Reports. – No. 106. – FAO, Rome, 2014. – 181 p. – ISBN 978-92-5-108369-7.

**INFORMATIVE VALUE OF GENERAL METABOLIC
ACTIVITY INDICATORS OF SOIL MICROBIOCENOSIS
IN THE HUMID SUBTROPICS OF RUSSIA WITHIN ASSESSING
THEIR AGROGENIC CHANGES DEGREE**

Malyukova L.S., Rogozhina Ye.V.

*Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: malukovals@mail.ru*

Currently, the search for the most informative indicators to reflect the agrogenic changes degree in soils is the subject of many studies. In this aspect, for the soils of the humid subtropical zone of Russia, the informative value of total metabolic activity indicators (basal and substrate-induced respiration, carbon of microbial biomass, microbial metabolic coefficient) in assessing their agrogenic variations is shown. Their variation ranges for brown forest soils and yellow soils under various cenoses (beech-hornbeam forest, tea, hazelnut, peach, kiwifruit, papaw) are given. The variation degree of studied indicators for the main zonal soil types under the influence of land use and various levels of agrogenic impact is estimated. A dose-dependent effect was recorded for the soils under the tea culture: average (close to optimal) doses of mineral fertilizers increased CO₂ emissions (basal respiration); high doses significantly reduced this indicator. Soils of natural cenoses and agrocenoses without fertilizers were characterized by a more pronounced response to stress (soil respiration induced by glucose). The use of mineral fertilizers (medium and high exposure) reduced substrate-induced respiration (2–3 times) and increased the microbial metabolic coefficient ($q\text{CO}_2$), which indicated a violation of the ecological balance in the microbial community. It is shown that all the studied indicators were informative, since they reflected the nature and degree of agrogenic changes. By sensitivity (the variation level relative to the soils of the reference site) these indicators formed the following series: substrate-induced respiration $\geq q\text{CO}_2 >$ basal respiration. More universal, based on sensitivity level, as well as taking into account (integration) changes in basal respiration and microbial biomass, was the microbial metabolic coefficient ($q\text{CO}_2$), which is the specific respiration of microbial biomass.

Key words: brown forest soils, agrogenic variations, evaluation criteria, biodiagnosics.