

МИКРОБНАЯ БИОМАССА ПОЧВЫ КАК ИНДИКАТОР ИЗМЕНЕНИЙ КАЧЕСТВА ПАХОТНОГО ЧЕРНОЗЁМА МОЛДОВЫ

Сергей КОРЧМАРУ, Георгий МЕРЕНЮК,
Ана ТАНАСЕ, Василий КОЗМА

Институт Микробиологии и Биотехнологии Академии Наук Молдовы

Борис БОИНЧАН, Михаил БУГАЧУК

Научно-Исследовательский Институт Полевых Культур «Селекция»

Abstract: *The Balti long-term field experiments were used to assess the potential of soil microbial biomass (SMB) as a tool for measuring the impact of arable management practices on soil quality. Compared with the soil organic matter parameter, SMB has greater discriminative power, sensitively reflecting the negative effects of black fallow as well as the advantages of ecological crop rotations over conventional systems.*

Keywords: *soil microbial biomass, soil quality, soil organic matter, arable management practices, soil monitoring*

Введение

Микробная биомасса почвы (МБП) составляет от 1 до 3 процентов от общего органического углерода почвы и включает в себя все почвенные организмы, объём которых не превосходит $5000 \mu\text{м}^3$. МБП считается одним из наиболее важных атрибутов почвенного качества [7, 8]. Синтез и распад почвенного органического вещества, участие в биологическом круговороте элементов, формирование стабильных почвенных агрегатов, мобилизация и иммобилизация питательных ресурсов, фиксация азота из атмосферы, контроль над фитопатогенами, синтез регуляторов роста растений, деструкция почвообразующих пород и новообразование минералов – вот далеко не полный перечень функций, посредством которых микроорганизмы вносят свой особый вклад в формирование почвы и её плодородия [3].

МБП предложена в качестве интегральной характеристики качества почвы. При этом считается, что МБП обладает явными преимуществами по сравнению с другими индикаторами качества почвы (химическими, физическими, а также биологическими на основе высших организмов) [10]. Изменения МБП могут использоваться для заблаговременного прогнозирования влияния различных агротехнологий на содержание почвенного органического вещества [6].

Целью данной работы было, воспользовавшись преимуществами долгосрочных полевых опытов НИИПК «Селекция», оценить, в какой мере МБП может отражать особенности воздействия различных агротехнологий и агроприёмов на состояние пахотной почвы, и в какой степени оценки на основе МБП соотносятся с таковыми от анализа содержания почвенного органического вещества –ключевого индикатора почвенного качества и продуктивности [7].

Материалы и методы

Изучение проводили на базе многолетних полевых опытов, заложенных в НИИПК «Селекция», город Бельцы, Республика Молдова. Почва представлена типичным среднегумусным чернозёмом [9], который в относительно ненарушенном состоянии (под защитной лесополосой) имел $pH_{(водн.)}$ на уровне 7.26, содержание органического вещества – 6.91 %, общую микробную биомассу – 639.93 мкг С/г и почвенное дыхание – 0.81 мкг CO_2 -С/г/час [5]. Для исследования были выбраны экспериментальные варианты с бесменным чёрным паром, 10-польным традиционным и 7-польным экологическим севооборотами [2]. В каждом варианте были предусмотрены подварианты с внесением удобрений и без. Виды и дозы удобрений, а также входящие в севообороты культуры представлены в таб.1. Более детальное описание полевых опытов приведено в [2].

Почвенные образцы отбирали весной 2012, 2013 и 2014 гг. накануне посева. Почву отбирали с глубины 0-20 см, просеивали во влажном состоянии через сито на 2 мм, очищали вручную от растительного материала, камней и видимой глазом фауны и доводили до 40 % от водоудерживающей способности. Непосредственно перед микробиологическим анализом почвенные образцы стандартизировали предварительной инкубацией в течение 14 дней в темноте при 25°C в аэрируемых пластиковых пакетах с периодическим восстановлением влажности.

Таблица 1. Многолетние полевые опыты НИИПК „Селекция”, отобранные для исследования

Вариант*	Культуры	Год закладки	Дозы удобрений	
			Навоз, т/год	N-P-K, кг/год
ЧП	-	1965	-	-
ЧП +ОМУ	-		10	60-30-30
ТС	Вика-овёс/ озимая пшеница/ сахарная свекла/ кукуруза/ озимый ячмень/ подсолнух/ кукуруза на силос/ озимая пшеница/ сахарная свекла / кукуруза	1962	-	-
ТС +ОМУ			110	39-23-23
ЭС	озимая пшеница/ сахарная свекла/ кукуруза / озимый ячмень/ кукуруза, люцерна и райграс/ люцерна и райграс/ люцерна	1989	-	-
ЭС+ОУ			11.4	-
ЭС+ОМУ			11.4	48-10-16

* ЧП – чёрный пар; ТС –традиционный севооборот; ЭС – экологический севооборот; NPK, ОУ и ОМУ – соответственно, минеральные, органические и органико-минеральные удобрения.

Органическое вещество и общий органический углерод (ОУ) почвы определяли бихроматным окислением [1].

Микробную биомассу определяли методом субстрат-индуцированного дыхания. Навеску влажной почвы (3 г а.с. почвы в пересчёте, 5 повторностей) помещали в стеклянный флакон на 15 мл и добавляли на её поверхность 0.5 мл глюкозо-минерального раствора, содержащего 36.0 мг/л глюкозы и по 3.6 мг/л K_2HPO_4 и $(NH_4)_2SO_4$. Через 30 минут после добавления раствора флакон герметично закрывали резиновой пробкой с металлическим зажимом и инкубировали 3 часа при 25°C в темноте. Замер содержания CO_2 во флаконе проводили с помощью газового хроматографа Chrom-5. Величину микробной биомассы определяли по следующему уравнению: $C-МБ = 37.75 \times СИД$, где $C-МБ$ – углерод микробной биомассы (мкг С/г а.с. почвы), а СИД – субстрат-индуцированное дыхание (мкг $C-CO_2$ /г а.с. почвы/час) [4].

Результаты и обсуждение

МБП по своим абсолютным величинам существенно видоизменялась в зависимости от года исследования (рис. 1): разница между её значениями (по годам) составляла от 20.5% до 50.8%. Подобного рода изменения свидетельствуют о наличии мощных внешних факторов влияния на МБП, которые меняются из года в год и, следовательно, не зависят от специфики агротехнологий. Скорее всего, эти факторы определяются погодными условиями. Тем не менее, наличие этих факторов не повлияло на выявляемость относительных различий между опытными вариантами в разные годы. Показатель МБП чётко выделил три группы вариантов, которые, будучи статистически, более-менее, одинаковы между собой (внутри группы), всегда отличались от остальных (в других группах). Группа с минимальными значениями МБП включила в себя оба подварианта бессменного чёрного пара, и, в зависимости от года, имела показатели на 69.7-98.4% меньше, чем в следующей, „промежуточной” группе, куда вошли оба подварианта традиционного севооборота плюс не удобренный подвариант экологического. В свою очередь, эта «промежуточная» группа была всегда на 20.2-24.2% меньше, чем группа с максимальными значениями МБП, состоящая из удобренных подвариантов экологического севооборота. Сравнительная оценка влияния фактора внесение удобрений также оставалась неизменной в разные годы: эффект был всегда минимальным и, большей частью, недостоверным в рамках традиционного севооборота (от -3.3% до +8.8% в зависимости от года), и максимальным и достоверным в рамках экологического севооборота (от +18.8% до +25.7% в подварианте с органическими удобрениями и от +9.2% до +24.1% в подварианте с органоминеральными).

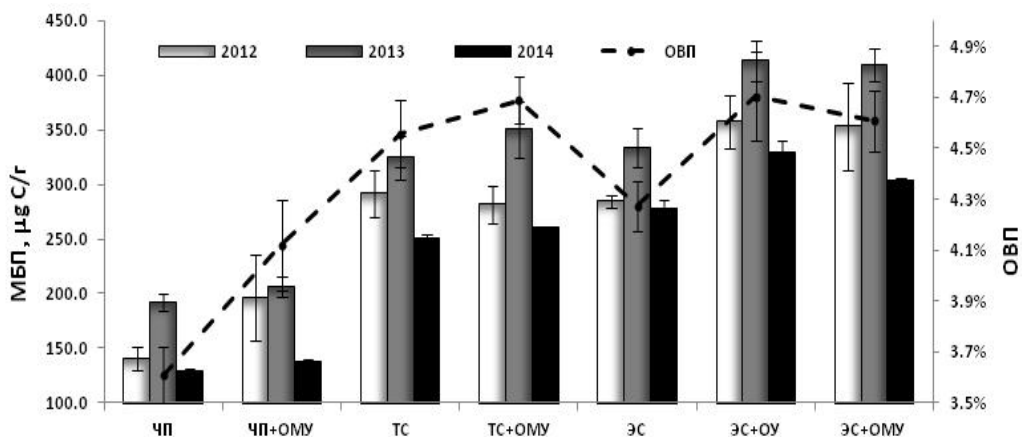


Рис. 1. Микробная биомасса почвы (МБП) и органическое вещество почвы (ОВП) в бесменном чёрном паре (ЧП), а также традиционном (ТС) и экологическом (ЭС) севооборотах как на фоне органических (+ОУ) и органоминеральных (+ОМУ) удобрений, так и без.

Таким образом, полученные результаты позволяют констатировать, что показатель МБП однозначно указал как на негативное влияние на почву бесменного чёрного пара, так и на преимущества экологического севооборота над традиционным. Таким образом, подтверждена его адекватность и перспективность для оценки влияния различных агротехнологий и приёмов на качество пахотной почвы. Данная констатация подтверждается и достоверной корреляцией между МБП и содержанием органического вещества почвы (ОВП; $R^2 > 0.72$), которая наблюдалась каждый год и была наивысшей в 2012 (рис. 2).

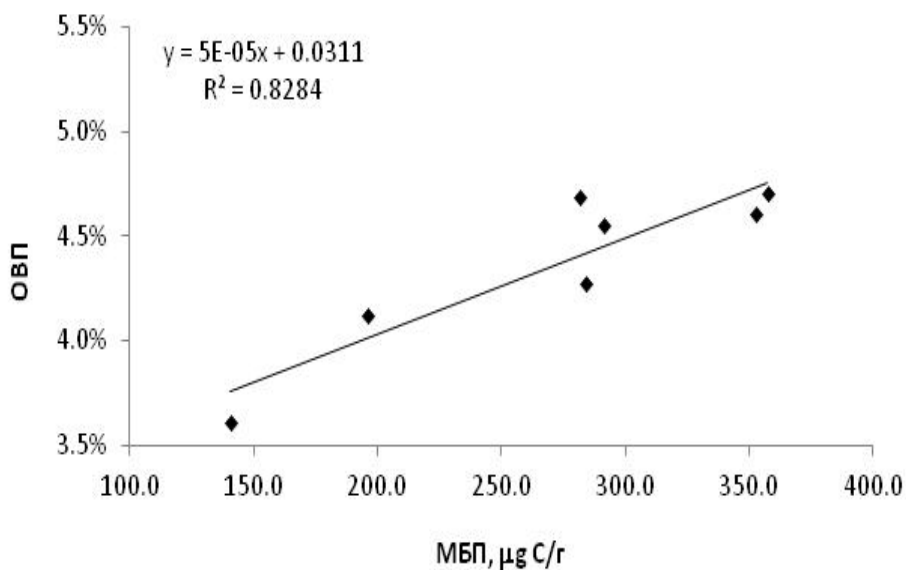


Рис. 2. Корреляция между микробной биомассой почвы (МБП) и органическим веществом почвы (ОВП) в многолетних полевых опытах НИИПК «Селекция» (2012).

Сравнительный анализ оценок от МБП и ОВП указал на ряд совпадений и отличий между ними. Среди примеров одинаковых оценок можно перечислить следующие: оба показателя «согласились», что наихудшее состояние почвы – в не удобренном бессменном пару, и что удобренные подварианты экологического севооборота – среди наилучших; что фактор наличия или отсутствия внесения удобрений в меньшей степени влияет на изменение обоих показателей (выявляемый путём сравнения соответствующих удобренных и не удобренных подвариантов) чем фактор наличия или отсутствия севооборота (выявляемый путём сравнения не удобренных подвариантов обоих севооборотов с бессменным чёрным паром); что внесение удобрений имеет более существенный и достоверный эффект в экологическом севообороте, чем в традиционном. С другой стороны, среди отличий, прежде всего, обратил на себя внимание тот факт, что ОВП в относительно большей степени (чем МБП) зависело от фактора наличия или отсутствия удобрений, тогда как МБП – от фактора наличия или отсутствия севооборота. Так, по данным ОВП удобрения вызвали достоверный и максимальный положительный эффект на фоне чёрного пара (+14.2% к не удобренному подварианту), и этот эффект был относительно близок к эффектам от не удобренных севооборотов (максимальная прибавка составила 26.3% в традиционном севообороте на фоне не удобренного чёрного пара). По данным же МБП эффект от удобрений был далеко не всегда достоверным и максимальным в чёрном пару (только в 2012 г), и при этом он во много раз уступал эффекту от севооборотов: вне зависимости от года среднее увеличение МБП составило по всем вариантам $15.6 \pm 6.9\%$ от удобрений (если сравнивать параллельные удобренные и не удобренные подварианты) и $94.2 \pm 15.0\%$ от севооборотов (если сравнивать не удобренные подварианты с не удобренным чёрным паром).

Данные отличия между ОВП и МБП предопределили и отличия в оценках состояния почвы в разных случаях: если брать за основу ОВП, то группа с максимально положительными оценками должна включать в себя уже не только удобренные подварианты экологического, но и все подварианты традиционного севооборота, а удобренный чёрный пар должен „покинуть" группу „аутсайдеров" и присоединиться к „среднячкам". Из этого следует, что показатели на основе ОВП были не в состоянии выявить какое-либо преимущество экологического севооборота над традиционным.

Другой явной отличительной особенностью ОВП по сравнению с МБП был существенно меньший диапазон отличий между случаями: разница между абсолютными максимумом и минимумом составила лишь 30.4% по ОВП, и 222.9% по МБП.

Таким образом, сравнение оценок обоих показателей продемонстрировало, что МБП по сравнению с ОВП обладает большей чувствительностью и большей дискриминационной силой.

Библиографические ссылки

1. АРИНУШКИНА, Е. В. *Руководство по химическому анализу почв*. М. : МГУ, 1970
2. БОИНЧАН, Б. П. *Экологическое земледелие в Республике Молдова*. Ch. : Știința. 1999. 270 p.
3. КОЖЕВИН, П. А. Экология почвенных микроорганизмов. В: *Экология микроорганизмов*. Под ред. А. И. НЕТРУСОВА. М. : Academia, 2004, pp. 71-94.
4. КОРЧМАРУ, С. Оценка метода субстрат-индуцированного дыхания (для определения почвенной микробной биомассы) на примере почв Молдовы. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții*. 2009, nr. 1 (307), pp. 134-142.
5. МЕРЕНИЮК, Г., УРСУ, А., КОРЧМАРУ, С., САШКО, Е. Микробиологическая характеристика зональных почв Молдовы. In: *Mediul Ambient*. 2009, nr. 5 (47), pp. 4-8.
6. DALAL, R. C. Soil microbial biomass – what do the numbers really mean? In: *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 1998, nr. 38, pp. 649-66.
7. GREGORICH, E. G., CARTER, M. R., DORAN, J. W., PANKHURST, C. E., DWYER, L. M. Biological attributes of soil quality. In: *Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health*. Developments in Soil Science. 1997, nr. 25, pp. 81-113.
8. STOCKDALE, E. A., BROOKES, P. C. Detection and quantification of the soil microbial biomass – impacts on the management of agricultural soils. In: *Journal of Agricultural Science*. 2006, nr. 144, pp. 285-302.
9. URSU, A. *Clasificarea solurilor Republicii Moldova*. Ed. a 2-a. Ch. : CNMSS, 2001. 38 p.
10. WINDING, A., HUND-RINKEB, K., RUTGERS, M. The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concepts. In: *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2005, nr. 62, pp. 230–248.