

Актуальность

Наличие в почве агрегатов различных размеров является важным условием секвестрации углерода почвой. Микробная биомасса в этой системе является ключевым звеном в определении количества запасов углерода и скорости потоков углерода в почве. Вовлечение почвы в сельскохозяйственное использование и неоправданная антропогенная нагрузка приводят к изменению ряда физико-химических параметров почвы. Меняются водный и воздушный режим почвы, ее химический состав. Изменяется процентное соотношение различных агрегатов, уменьшается доля устойчивых агрегатов. Почвенное органическое вещество, ранее недоступное для микроорганизмов, теперь подвергается минерализации. В этих условиях происходит перестройка структуры микробного сообщества. В конечном итоге это приводит к изменению направления и интенсивности микробиологических процессов. Важно понять, как меняется взаимосвязь между структурой почвы, микробной биомассой и ее активностью на уровне почвенных агрегатов.

Материалы и методы

Непрерывный посев твердой пшеницы (монокультура), севооборот (пар - озимая рожь - яровая пшеница - яровая пшеница), контроль – островковый березовый лес. Тип почвы – серые. Агрегатные фракции: > 5, 5-1, 1-0,5, 0,5-0,25, 0,25-0,1 и < 0,1 мм. Методики: фракционирование почвы на агрегаты, базальное (БД, BR) и субстрат-индуцированное дыхание, микробная биомасса (МБ, MBC), почвенный органический углерод (SOC), общий азот, рН. Расчет экофизиологических показателей: микробный метаболический коэффициент или удельное дыхание микробной биомассы, $qCO_2 = BR/MBC$, $\mu g CO_2-C mg^{-1} MBC h^{-1}$; коэффициент микробного дыхания, $QR = BR/SIR$; доля углерода микробной биомассы в органическом углероде, $MBC/SOC, \%$; отношение микробного коэффициента к органическому углероду почвы, $qCO_2/SOC, \mu g CO_2-C mg^{-1} MBC h^{-1} (g SOC g^{-1} soil)^{-1}$.

Результаты

1.1. Распределение агрегатов по размерам. Для всех исследованных образцов почвы характерно резкое увеличение общей доли агрегатов размером > 5 мм. В почвах зернопарового севооборота и монокультуры доля фракций > 5 мм увеличилась на 35,2 % и 55,9 % соответственно по сравнению с контрольной почвой (рис.1). В отличие от агроценозов на контрольном участке основная масса почвы была представлена фракциями 5–1 мм. В почвах севооборота и монокультуры удельный вес этих фракций снизился на 20,4 % и 35,6 % соответственно.

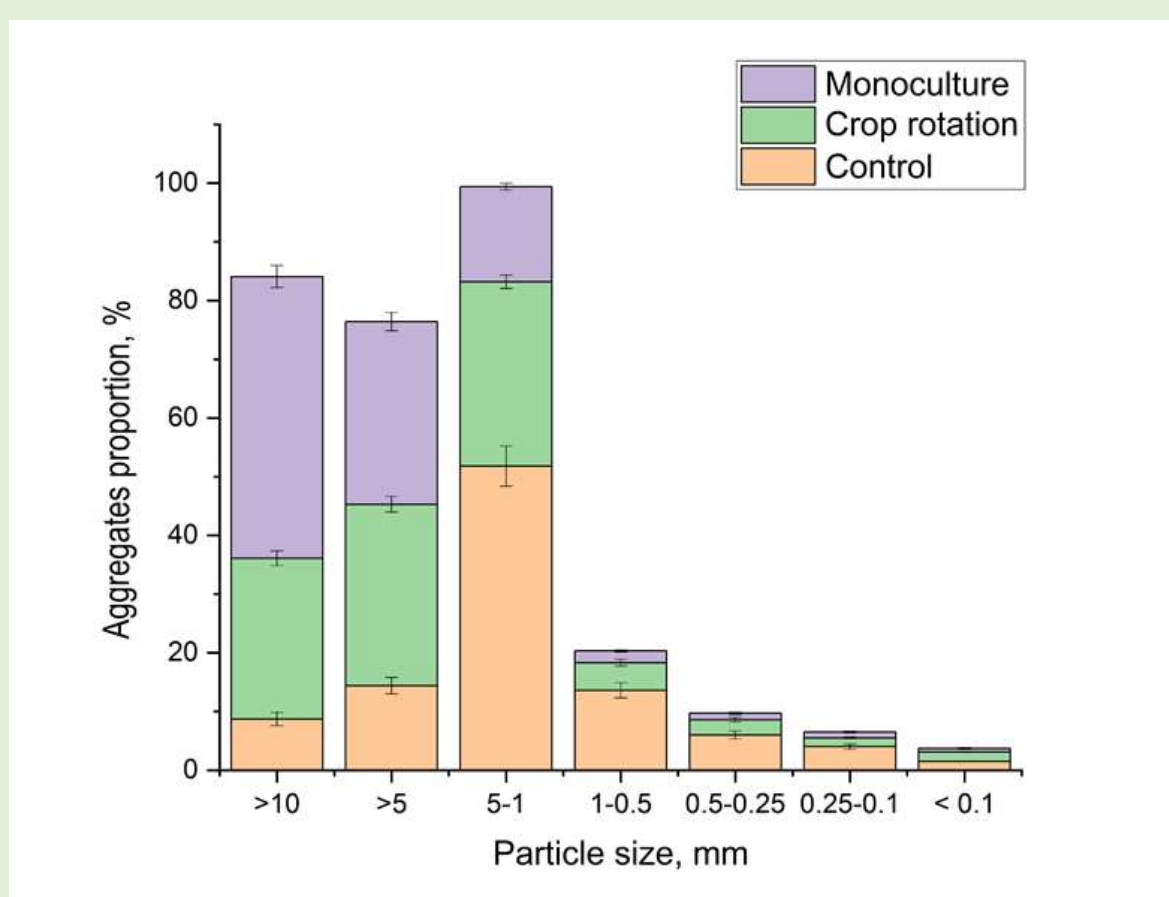


Рис. 1 – Доля агрегатных фракций в исследованных почвах.

1.2. Распределение почвенного органического вещества по агрегатным фракциям. Потери почвенного органического углерода в агрегатах сельскохозяйственных почв составили: в зернопаровом севообороте - 36,4–86,5 %, в монокультуре - 79,3–95,6 %. В контрольных почвах наблюдали тенденцию к увеличению SOC с уменьшением размера агрегатных фракций. Наиболее высокое содержание SOC обнаруживалось в агрегатах размером < 1 мм с преобладанием во фракции 0,25-0,1 мм. В агропочвах наблюдалось относительно равномерное распределение SOC по фракциям с преобладанием в макроагрегатах (рисунок 2).

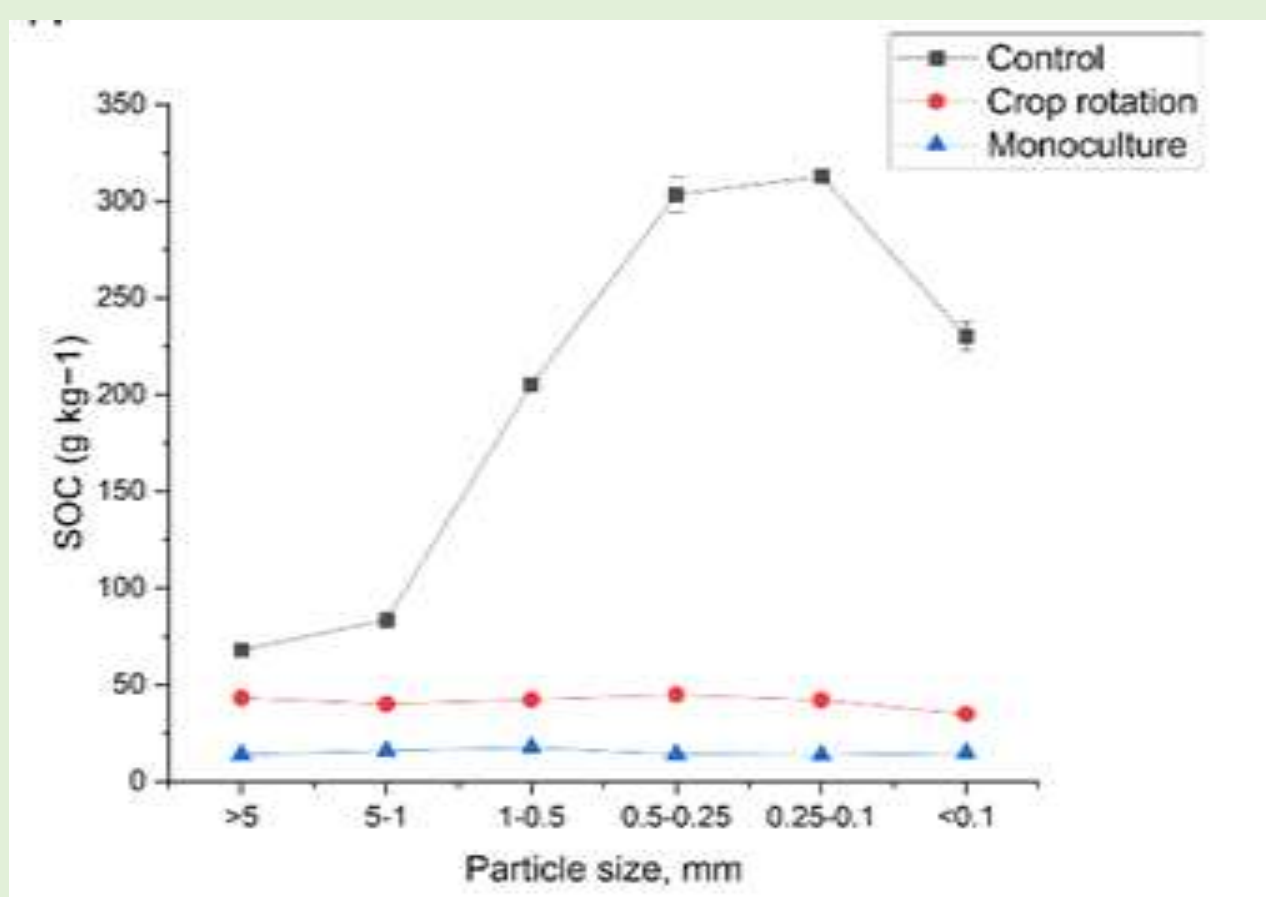


Рис. 2 – Содержание SOC в разных агрегатных фракциях и участках.

1.3. Базальное дыхание и углерод микробной биомассы в разных ценозах и агрегатах. Продукция $C-CO_2$ в агрегатах почв контроля было в 5.2-15.3 раза больше, по сравнению с агрегатами почв монокультуры и в 2.7-4.2 раза выше, чем в почвенных агрегатах севооборота. Содержание МБ в почвах агроценозов снизилось по сравнению с контролем в 2,5-4,2 раза (рисунок 3).

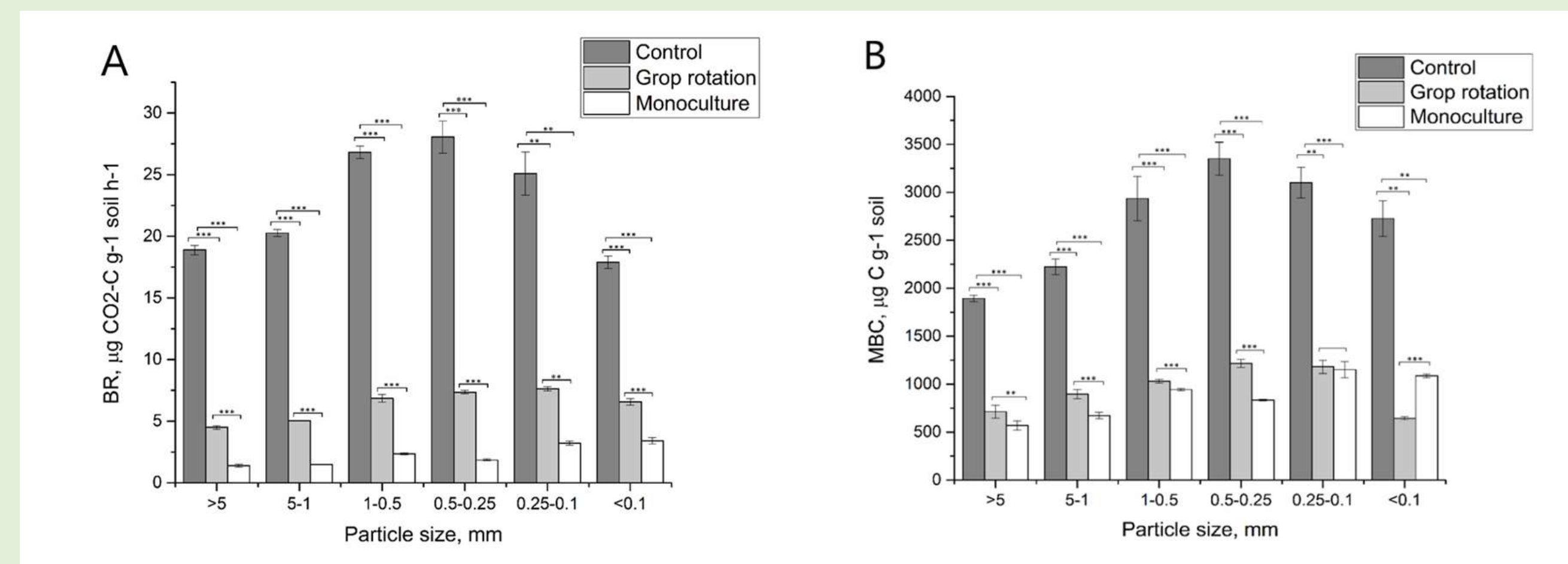


Рис. 3 – Базальное (микробное) дыхание (БД) и микробная биомасса (МБ) в разных агрегатных фракциях и участках.

1.4. Экофизиологические показатели функционирования микробного сообщества. Значения qCO_2 и QR снижались, а MBC/SOC и qCO_2/SOC увеличивались в ряду контрольная почва > севооборот > монокультура. В контрольной почве значения эколого-физиологических показателей уменьшались с уменьшением размера агрегатов. И наоборот, в почвах агроценозов эти показатели были наиболее высокими в микроагрегатах (< 0,25 мм) (таблица 1).

Таблица 1 - Экофизиологические показатели функционирования микробного сообщества.

Parameters	Research sites	Particle size, mm					
		> 5	5–1	1–0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	< 0.1
QR	Control	0.56±0.01a	0.51±0.02a	0.51±0.04a	0.47±0.05a	0.46±0.05a	0.37±0.03a
	Crop rotation	0.36±0.03b	0.31±0.02b	0.37±0.01b	0.34±0.01b	0.36±0.03b	0.57±0.04b
	Monoculture	0.14±0.01c	0.12±0.01c	0.14±0.01c	0.12±0.01c	0.16±0.01c	0.18±0.01c
qCO_2	Control	9.97±0.18a	9.13±0.38a	9.18±0.75a	8.41±0.81a	8.13±0.93a	6.58±0.49a
	Crop rotation	6.34±0.50b	5.62±0.33b	6.64±0.25b	6.05±0.23b	6.49±0.51b	10.21±0.64b
	Monoculture	2.46±0.25c	2.20±0.07c	2.50±0.10c	2.22±0.09c	2.79±0.15c	3.14±0.20c
MBC/SOC	Control	2.78±0.05a	2.66±0.10a	1.43±0.11a	1.10±0.06a	0.99±0.05a	1.18±0.08a
	Crop rotation	1.65±0.15b	2.24±0.12b	2.43±0.04b	2.70±0.09b	2.80±0.16b	1.84±0.05b
	Monoculture	4.04±0.33c	4.22±0.22c	5.32±0.07c	5.84±0.06c	8.38±0.60c	7.29±0.13c
qCO_2/SOC	Control	146.4±2.6a	109.2±4.5a	44.7±3.7a	27.7±2.7a	26.0±3.0a	28.6±2.1a
	Crop rotation	146.6±11.5a	140.2±8.2b	156.5±5.8b	134.4±5.2b	153.9±12.0b	291.4±18.2b
	Monoculture	174.2±17.7b	138.3±4.2b	141.0±5.8b	155.5±6.5c	203.1±11.2c	210.6±13.4c

Выводы

1. Микробную активность контрольных почв определяют по агрегатам размером 5–1 мм.
2. В почвах агроценозов микробная активность определяется агрегатами размером > 5 мм.
3. Регулярные агротехнические воздействия на почву севооборотом вызывают дезагрегацию и выделение ПОУ.
4. Микроорганизмы в почвах севооборота затрачивают больше энергии на поддержание биологического равновесия.
5. Микробные сообщества монокультурных почв энергетически более эффективны.

Сопоставляя экофизиологические характеристики функционирования микробного сообщества можно утверждать, что снижение метаболической активности микробоценозов в крупных агрегатах и в почвах с монокультурой является механизмом адаптации к внешнему воздействию, механизмом сохранения целостности популяции.

Список использованной литературы

1. Ananyeva, N.D., Susyan, E.A., Gavrilenko, E.G., 2011. Determination of the soil microbial biomass carbon using the method of substrate-induced respiration. Eurasian Soil Science 44(11), 1215–1221.
2. Anderson, J.P.E., Domsch, K.H.A., 1978. Physiological Method for the Quantitative Measurement of Microbial Biomass in Soils. Soil Biology and Biochemistry 10(3), 215–221.
3. Anderson, T.H., Domsch, K.H., 1989. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. Soil biology and biochemistry 21(4), 471–479.
4. Blagodatskaya, E.V., Ermolaev, A.M., Myakshina, T.N., 2004. Ecological strategies of soil microbial communities under plants of meadow ecosystems. Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences 31(6), 620–627.
5. Blagodatskaya, E.V., Semenov, M.V., Yakushev, A.V., 2016. Activity and biomass of soil microorganisms in changing environmental conditions, Moscow, 243 p.
6. Dilly, O., Munch, J.C., 1998. Ratios between estimates of microbial biomass content and microbial activity in soils. Biology and fertility of Soils 27(4), 374–379.
7. Evdokimov, I.V. 2018. Methods for determining the biomass of soil microorganisms. Russian Journal of Ecosystem Ecology 3(3), 1–20.
8. Gupta V.V.S.R., Germida J.J., 1988. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. Soil Biol. Biochem. 20(6), 777–786.
9. Helgason, B.L., Walley, F.L., Germida, J.J., 2010. No-till soil management increases microbial biomass and alters community profiles in soil aggregates. Applied Soil Ecology 46(3), 390–397.
10. Insam, H., Hutchinson, T.C., Reber, H.H., 1996. Effects of heavy metal stress on the metabolic quotient of the soil microflora. Soil Biol. Biochem. 28(4-5), 691–694.

Контакты

Васильченко Анастасия Валерьевна, канд. биол. наук, доцент, научный сотрудник
625003 Тюмень, ул. Володарского, д. 6
Tel.: +7 922 009 66 44
email: vasilchenko.av.83@gmail.com, a.vasilchenko@utmn.ru