

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОБИЛИЕ АЭРОБНОЙ АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ МИКРОБИОТЫ

Изучено обилие аэробной азотфиксирующей микробиоты рода *Azotobacter* в традиционном и органическом земледелии в сравнении с контрольным участком (лесополоса). Показаны статистически значимые превышения в обилии *Azotobacter* по отношению к контролю в системе традиционного земледелия на 45.8%, в системе органического земледелия – на 68.6%. Высокая корреляционная зависимость ($r=0.8$) выявлена между обилием *Azotobacter* и химически лабильными органическими соединениями углерода (ХЛОСУ). Заделка в почву сидератов способствует повышению обилия азотфиксирующей почвенной микробиоты. Органическое вещество растительных остатков является питательным субстратом для *Azotobacter*, что способствует увеличению их обилия. Установлены показатели варьирования основных элементов питания (NPK) в системах земледелия.

Ключевые слова: *Azotobacter*; традиционное земледелие; органическое земледелие; химически лабильные органические соединения углерода (ХЛОСУ).

Введение

Отказ от применения минеральных удобрений и переход к биологизации земледелия становится все более перспективным направлением в последние годы. В органическом сельском хозяйстве фиксация атмосферного азота рассматривается в качестве одного из альтернативных источников минерального питания растений (Најнал-Jafari et al., 2012). Способность фиксировать атмосферный азот имеют симбиотические клубеньковые бактерии, несимбиотические азотфиксаторы, а также лишайники и сине-зелёные водоросли. Особую роль при несимбиотической фиксации атмосферного азота играют бактерии рода *Azotobacter* (Jnawali et al., 2015), свободноживущие аэробные микроорганизмы. Они используют атмосферный азот для синтеза клеточного белка. После гибели клеток *Azotobacter* клеточный белок минерализуется в почве, способствуя доступности азота растениям (Ojha, 2015). Микроорганизмы рода *Azotobacter* оказывают благотворное влияние на рост и урожайность растений, биосинтез биологически активных веществ, стимуляцию ризосферных микробов, продуцирующих фитопатогенные ингибиторы, и повышение биологической азотфиксации.

Представляется актуальным изучение сравнения обилия *Azotobacter* в традиционном и органическом земледелии с целью альтернативного источника поступления азота в почву без внесения минеральных удобрений.

Цель исследования – изучить влияние систем земледелия на обилие азотфиксирующей микро-

биоты рода *Azotobacter*.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования явились сопряженные участки полей производственных посевов с системами традиционного ($S=12.5$ га) и органического земледелия ($S=12.5$ га), а также контрольный участок – лесополоса, расположенные в Высокогорском районе Республики Татарстан. По результатам предыдущего обследования исследуемая территория занимала промежуточное положение по индексу технологической готовности к переходу на органическое земледелие (Григорьян и др., 2016). С 2017 г. на указанном поле полностью использовалась система органического земледелия. Почвы – серые лесные. Культура севооборота в традиционном земледелии – озимая пшеница, в органическом – озимая пшеница после заделки сидерата клевера. Образцы пахотного слоя (0-20 см) отбирались методом конверта, предусматривающим отбор 12 смешанных образцов (по 6 образцов с каждого поля) с элементарной площади 2.1 га (по диагонали поля через заданные отрезки) (Сафонов, 2006). В лесополосе отбор почвенных образцов проводился через каждые 200 м. Обилие *Azotobacter* изучали методом обрастания почвенных комочков на среде Эшби. Определение щелочногидролизующего азота выполнено по методу Корнфилда, подвижных форм фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Определение химически лабильных органических соединений углерода (ХЛОСУ) проведено по R.W. Weil (Weil et al., 2003). Результаты обработаны в

Таблица 1. Обилие *Azotobacter* и содержание ХЛОСУ, $M \pm m$

Лесополоса			Традиционное земледелие			Органическое земледелие		
<i>Azoto-bacter</i> , %	ХЛОСУ, мг/г	Коэфф. корреляции	<i>Azoto-bacter</i> , %	ХЛОСУ, мг/г	Коэфф. корреляции	<i>Azoto-bacter</i> , %	ХЛОСУ, мг/г	Коэфф. корреляции
14.7±1.7	0.23±0.01	0.2	60.5±2.6	0.35±0.01	0.5	83.3±3.5	0.39±0.03	0.8

программе Excel в приложении AtteStat.

Результаты и их обсуждение

Результаты определения обилия *Azotobacter* и содержание ХЛОСУ в традиционном и органическом земледелии представлены в таблице 1.

Из анализа данных видно, что статистически значимые превышения в обилии *Azotobacter* установлены в системе традиционного земледелия на 45.8% и в системе органического земледелия – на 68.6% ($W=21$, $p=0.01$) по отношению к контролю. Содержание ХЛОСУ не имело существенных различий в системах земледелия в сравнении с контрольным участком.

Высокая корреляционная зависимость ($r=0.8$) между распространением азотфиксирующей микробиоты и содержанием ХЛОСУ установлена в системе органического земледелия. Запашка сидератов положительно отразилась как на накоплении в почвах лабильного органического вещества, выступающего в роли питательного субстрата для аэробной азотфиксирующей микробиоты, обилие которого в системе экологического земледелия существенно возросло.

В таблице 2 представлены показатели варибельности элементов питания в составе пахотного горизонта почв в различных системах земледелия.

Сильное варьирование содержания подвижного фосфора (>20%) отмечено в обеих системах, что говорит о неравномерном его распределении по участкам поля. В традиционном земледелии это, вероятно, связано с неравномерным внесением минеральных удобрений в отличие от органи-

ческой системы земледелия, где характер варьирования имеет тенденцию к снижению варибельности в связи с выравниванием участка поля по плодородию. Содержание щелочногидролизуемого азота и подвижного калия имели средний характер варьирования.

Выводы

1. Исследования показали, что обилие *Azotobacter* в традиционном (60.6%) и органическом земледелии (83.3%) статистически значимо превышало показатели контрольного участка лесополосы (14.7%).

2. Содержание химически лабильного органического соединения углерода в почвах сравниваемых участков было дифференцировано: лесополоса – 0.23 мг/г, традиционная система земледелия – 0.35 мг/г, органическое земледелие – 0.39 мг/г, однако статистически значимых различий по содержанию между участками не установлено.

3. Для полей традиционного и органического земледелия отмечено сильное варьирование содержания подвижного фосфора, среднее – содержания щелочногидролизуемого азота и подвижного калия.

Список литературы

1. Григорьян Б.Р., Кольцова Т.Г., Сунгатуллина Л.М., Сахабиев И.А. Оценка соответствия сельскохозяйственных предприятий Республики Татарстан требованиям органического агропроизводства // Российский журнал прикладной экологии. 2016. №3. С. 40–45.
2. Сафонов А.Ф. Системы земледелия. М.: Изд-во «Колос», 2006. 447 с.
3. Jnawali A.D., Ojha R.B., Marahatta S. Role of *Azotobacter*

Таблица 2. Содержание и коэффициент вариации элементов питания в пахотном горизонте почв, $M \pm m$

Участок	$N_{\text{мр.}}$, мг/кг	P_2O_5 , мг/кг	K_2O , мг/кг
Традиционное земледелие	58.3 ± 4.1	145.9 ± 20.5	174.8 ± 8.2
	V = 17%	V = 34%	V = 11%
Органическое земледелие	56.7 ± 2.7	106.1 ± 10.9	155.6 ± 6.0
	V = 12%	V = 25%	V = 9%

in soil fertility and sustainability // *Advances in plants & Agriculture research*. 2015. 2(6). P. 1–5.

4. Ojha R.B. Role of *Azotobacter* in soil fertility and sustainability // *Advances in plants & Agriculture research*. 2015. P. 1–5.

5. Hajnal-Jafari T., Latković D., Durić S., Mrkovački N., Najdenovska O. The use of *Azotobacter* in organic maize production // *Research Journal of Agricultural Science*. 2012. 44 (2). P. 28–32.

6. Weil R.W., Islam K.R., Stine M., Gruver J.B., Samson-Liebig S.E. Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use // *Am. J. Altern. Agric.* 2003. V. 18. P. 3–17.

References

1. Grigor'yan B.R., Kol'tsova T.G., Sungatullina L.M., Sakhbiyev I.A. Otsenka sootvetstviya sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy Respubliki Tatarstan trebovaniyam organicheskogo agroproduktstva [Assessment of the conformity of agricultural enterprises of the Republic of Tatarstan with the requirements of organic agricultural production] // *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian journal of applied ecology]. 2016. №3. P. 40–45.

2. Safonov A.F. Sistemy zemledeliya [Farming systems]. M.: Izd-vo «Kolos», 2006. 447 p.

3. Jnawali A.D., Ojha R.B., Marahatta S. Role of *Azotobacter* in soil fertility and sustainability // *Advances in plants & Agriculture research*. 2015. 2(6). P. 1–5.

4. Ojha R.B. Role of *Azotobacter* in soil fertility and sustainability // *Advances in Plants & Agriculture Research*. 2015. P. 1–5.

5. Hajnal-Jafari T., Latković D., Durić S., Mrkovački N., Najdenovska O. The use of *Azotobacter* in organic maize production // *Research Journal of Agricultural Science*. 2012. 44 (2). P. 28–32.

6. Weil R.W., Islam K.R., Stine M., Gruver J.B., Samson-Liebig S.E. Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use // *Am. J. Altern. Agric.* 2003. V. 18. P. 3–17.

Ignashev N.E., Ryzhikh L.Yu. Influence of farming systems on the abundance of aerobic nitrogen fixing microbiota.

The abundance of aerobic nitrogen fixing microbiota of the genus *Azotobacter* in conventional and organic farming in comparison with the control plot (forest belt) was studied. Statistically significant excesses in the abundance of *Azotobacter* in relation to control in the system of conventional farming of 45.8%, in the system of organic farming of 68.6% are shown. A high correlation dependence ($r = 0.8$) was revealed between the abundance of *Azotobacter* and chemically labile organic carbon compounds (CLOCC). The incorporation of green manure into the soil contributes to an increase in the abundance of nitrogen-fixing soil microbiota. Organic matter of plant residues is a nutrient substrate for *Azotobacter*, which contributes to an increase in their abundance. The variations of nutrients (NPK) in farming systems were established.

Keywords: *Azotobacter*; conventional farming; organic farming; chemically labile organic carbon compound (CLOCC).

Информация об авторах

Игнашев Никита Евгеньевич, магистр, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, E-mail: Ignashev13Nik@mail.ru.

Рыжих Людмила Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, E-mail: ludarigih@mail.ru.

Information about the authors

Nikita Ye. Ignashev, Master, Kazan (Volga) Federal University, 18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia, E-mail: Ignashev13Nik@mail.ru.

Lyudmila Yu. Ryzhikh, Ph.D. in Agriculture, Senior Lecturer, Kazan (Volga) Federal University, 18, Kremlevskaya str., Kazan, 420008, Russia, E-mail: ludarigih@mail.ru.