

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Занилов А.Х., Адаев А.Н., Мууев. А.А.**

**Реферат.** Производители сельскохозяйственной растениеводческой продукции все чаще отмечают снижение отзывчивости культурных растений на внесенные в почву минеральные удобрения. Объяснением данному явлению может служить смещение лимитирующих факторов, определяющих урожайность от минеральных компонентов в почве к веществам органического и биологического происхождения. В представленной работе приведены сравнительные данные влияния минеральной и органической систем удобрения на основные биологические показатели почвы – азот трансформирующие группы микроорганизмов, общее микробное число (ОМЧ), дыхание почвы. Оценивается изменение содержания общего и минерального азота в почве. Новизной исследования является то, что органические удобрения применяются в объемах, сопоставимых с дозами минеральных удобрений в физическом весе – по 200 кг/га. Внесение осуществляется локально одновременно с посевом. В результате проведенного анализа выявлено, что в почве с органическими удобрениями под всеми культурами (кукуруза, подсолнечник, соя, сахарная свекла) численно преобладают аммонификаторы (на 20,0-45%), нитрификаторы (на 30,0-46,7%), общее микробное число выше на 24,6-48,3%. Интенсивность эмиссии углекислого газа (дыхание почвы) также выше на 19,0-45,6%. Интенсивность биогеохимических процессов в почве и связанные с ними превращения минеральных элементов питания, соответственно и обеспечение ими растений, тесно коррелирует с количеством агрономически ценных групп микроорганизмов. Коэффициент корреляции между числом аммонификаторов и нитрификаторов с общим содержанием азота в почве под всеми исследуемыми культурами на органической системе удобрения составляет  $r = 0,93$ .

**Ключевые слова:** органические удобрения, локальное внесение, биологическая активность почвы.

**Введение.** Необходимость включения органического вещества в систему питания растений в агрономическом научном сообществе никогда не оспаривалась. Тем не менее, в силу недостаточного уровня технической оснащенности и низкой окупаемости мероприятий по подготовке органических удобрений, их транспортировке, внесению и заделке в почву, на деле редкий сельхозпроизводитель практикует данную систему удобрения. Исключением являются предприятия, ведущие комплексное растениеводство и животноводство.

Актуальной проблемой является подведение использования органических удобрений к уровню эколого-экономической целесообразности. В качестве примера приведем случаи, когда увеличение количества используемых удобрений не ведет к относительно пропорциональному повышению ни урожая, ни к улучшению качественных почвенных характеристик. Так, на серых лесных почвах Владимирской области средняя концентрация минерального азота существенно не менялась под действием двойных доз органических удобрений (28 т/га). Среднее содержание аммонийного азота составляло 62,7 кг/га, в то время как внесение 14 т/га обеспечивало концентрацию в 61,8 кг/га. Концентрация нитратного азота так же оставалась в относительно равных значениях при двукратной удобренности почвы – 60,2 и 63,0 соответственно [1].

Исследования сотрудников отдела земледелия Донской опытной станции масличных культур им. Л.А.Жданова ВНИИМК свидетельствуют о важности экономически обосно-

ванного использования органических удобрений. Изучая влияние биогумуса на урожайность подсолнечника, сотрудники выявили, что внесение удобрения под вспашку в норме 4 т/га дало прибавку урожая - 1,6 ц/га. Использование того же биогумуса для инкрустирования семян в норме 6 г/кг продемонстрировало равнозначный объем прибавки урожая – 1,5 ц/га [2].

При разработке системы удобрения на основе органических удобрений следует учесть характеристики исходного сырья, роль его качественной подготовки, придание технологичности с целью локального внесения и возможность модификации в соответствии с почвенными характеристиками. Общеизвестным и наиболее эффективным сырьем считается птичий помет. Концентрация минеральных веществ в нем выше, чем в навозе КРС: азота - в 3,6 раз, фосфора – в 2,3 раза, калия – в 1,7 раз, кальция – в 6,0 раз, магния – в 6,7 раз. Содержание сырого протеина достигает 35,6%. Малофеев В.И. в учебном пособии «Технология термической переработки помета», отмечает, что действие сухого гранулированного птичьего помета равноценно действию комплексного минерального удобрения [3]. Эффективность гранулированных органических удобрений, внесенных одновременно с посевом в рядки в 2016 году в условиях Кабардино-Балкарской Республики (Герский район), продемонстрировали прибавки урожая в среднем: кукурузы – на 21,5%, сои – на 45,3%, ярового ячменя – на 37,7% [4]. Изучение механизмов трансформации минеральных

веществ в почве под действием удобрений, оценка их влияния на микробиологические параметры – необходимое условие для прогнозирования эффективности внедряемых систем удобрения. В соответствии с данным положением нами проведена работа по оценке влияния различных систем удобрения на указанные почвенные характеристики.

**Условия, материалы и методы исследования.** Агроэкологическая оценка исследуемых систем удобрения, которая основывается на учете известных параметров плодородия, проводилась на опытном поле Центральной экспериментальной базы Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Опыт проводился в рамках Международных дней поля Поволжья в 2016 г. в Республике Татарстан.

Посев был произведен во второй декаде мая месяца. Опытное поле расположено в первом агроклиматическом районе в районе с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района Республики Татарстан. Почва опытного участка – серая лесная тяжелосуглинистая, слабогумусированная. Содержание гумуса на данном участке составляет 3,2%, а кислотность (рН) почвы в солевой вытяжке – 5,8. [5]. Площадь экспериментальных участков в каждом варианте составляла 50 м<sup>2</sup>. Почвенные и растительные образцы для анализов были отобраны 02 июля 2016 г.

Объекты исследования:

1. Минеральная система удобрения представлена комплексным минеральным удобрением нитроаммофоской (NPK 16-16-16). Норма внесения 200 кг/га.

2. Био-органическая система удобрения представлена органическим гранулированным удобрением на основе ферментированного птичьего помета (NPK 4-4-3). Гранулы обогащены микроорганизмами *Pseudomonas asplenii* VI 6 в концентрации  $2 \times 10^7$ . Норма внесения 200 кг/га.

3. Гибрид кукурузы «КВС - Клифтон», ФАО 175.

4. Сорт сои «Миляуша» (Л 34/99).

5. Гибрид подсолнечника «Окси».

6. Сахарная свекла. Гибрид «Клеопатра КВС»

Предмет исследования:

1. Общее микробное число почвы (ОМЧ).  
2. Дыхание почвы (эмиссия углекислого газа).

3. Количество аммонификаторов в почве.

4. Количество нитрификаторов в почве.

5. Количество денитрификаторов в почве.

6. Содержание общего азота в почве.

7. Содержание минерального азота в почве.

Аналитические работы выполнялись в учебно-научной испытательной лаборатории ФГБОУ «ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» в соответствии с договором «**На создание и передачу научно-технической продукции**» №1291 от 22.07.2016 г. Анализы проведены в соответ-

ствии с принятыми методиками и нормативными документами:

Биологические показатели.

Основные физиологические группы почвенных микроорганизмов изучались по методике Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии путем посева почвенной суспензии определенных разведений на селективные питательные среды (Е.З. Теплер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева, 1979) с последующим прямым подсчетом колоний.

Количество аммонификаторов определяли на мясопептонном агаре (МПА), бактерий, использующих минеральные формы азота (нитрификаторов) - на крахмало-аммиачном агаре (КАА); численность денитрификаторов учитывали на нитратном агаре в анаэробных условиях (воздух вытесняют аргоном); почвенные бактерии на среде МПА, в 10 раз разведенной водопроводной водой. «Дыхание» почвы определяли по методу Галстяна учетом количественных изменений углекислого газа в атмосфере почвы с помощью широкогорлых конических колб.

Агрохимические показатели.

ГОСТ 26107-84 Почвы. Метод определения общего азота.

ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО.

ГОСТ 26488-85 Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО.

**Анализ и обсуждение результатов исследований.** При проведении эколого-экономической оценки той или иной технологии производства растениеводческой продукции или системы удобрения учет количественных изменений биологических показателей почвы, в том числе общего микробного числа (ОМЧ) является важным параметром, определяющим направленность биохимических процессов в ней. Соответственно рост данного показателя, выраженного в цифровых единицах (КОЕ), свидетельствует о повышении производственного потенциала почвы. Микробная активность под влиянием органических удобрений растет в большей степени, чем при использовании только химических удобрений. [6].

Результаты нашего эксперимента подтверждают данный утверждение.

Рисунок 1 свидетельствует о закономерном росте общего микробного числа в почве под всеми исследуемыми культурами, удобренной био-органическим комплексом. Коэффициент корреляционной зависимости составляет  $r=0,95$ . Во-первых, основа удобрения – термически обработанный птичий помет, представляет собой высококонцентрированную органическую субстанцию, которая служит энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов. Во-вторых, нанесенные на гранулы микроорганизмы, также способствуют росту общего числа бактерий в почве. Разница

ОМЧ при био-органической и минеральной системах удобрения зависит от сельскохозяйственной культуры. Так, максимальное превышение отмечается в околокорневой зоне почвы под соей и сахарной свеклой – на 48,3 и 41,4% соответственно. Разница под кукурузой и подсолнечником составляет 32 и 24,6%.

Интенсивность эмиссии углекислого газа (дыхание почвы) все чаще предлагается рассматривать в качестве интегрального показателя почвенного плодородия. Отмечается положительная корреляционная связь между этими параметрами как в естественных, так и в культурных ценозах. [7].

Несмотря на то, что некоторые исследователи рассматривают наличие тесной связи дыхания почвы с активностью микроорганизмов заблуждением [8], отечественные ученые утверждают обратное [9,10]. Более того, при прочих равных агрохимических характеристиках почвы растения лучше развиваются при большей их обогащенности микробами [11].

О существенной роли почвенных микроорганизмов в повышении интенсивности дыхания почвы можно судить по корреляционной зависимости между данными рисунка 1 и рисунка 2. Коэффициент корреляции (r) между общим микробным числом и интенсивностью дыхания почвы как при био-органической, так и минеральной системах удобрения составляет 0,99 (табл. 1).

Закономерность влияния органических удобрений на увеличение ОМЧ почвы отмечается и на интенсивности дыхания почвы по сравнению с минеральными удобрениями. В почве под кукурузой разница составляет 33,3%, под подсолнечником – 19,4%, под соей – 45,6%, под сахарной свеклой – 24,2%. Наличие углекислоты в почве имеет важное значение для протекания биохимических реакций. Так, микробиолог С.Н. Вернадский в 1887 г. обнаружил, что автотрофные бактерии используют в качестве углерода - углекислоту. Процесс нитрификации так же сопровождается фиксацией углекислоты [12].

Сравнивая исследуемые системы удобрения, следует отметить, что био-органическое удобрение в большей степени повлияло на рост агрономически ценных групп микроорганизмов – аммонификаторов и нитрификаторов, чем использование нитроаммофоски. В то же время, активность денитрификаторов, принимающих участие в переводе минеральных

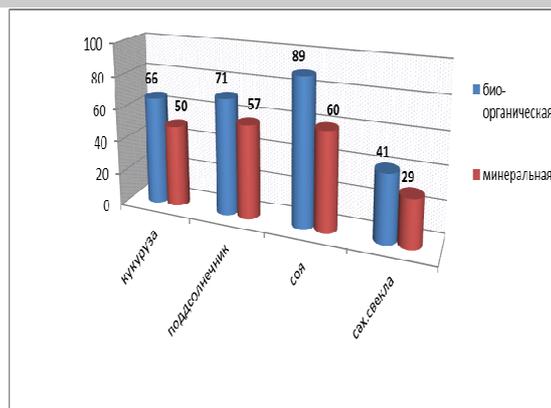


Рисунок 1 – Влияние различных систем удобрения на общее микробное число, млн КОЕ/1 г почвы

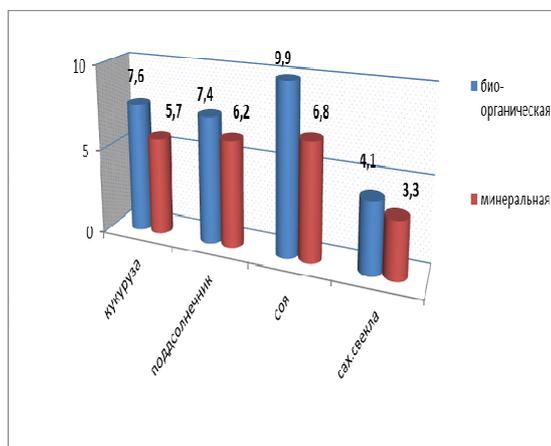


Рисунок 2 – Влияние различных систем удобрения на интенсивность дыхания почвы, мг СО2/10 г почвы в сутки

азотных соединений в газообразные, оказалась выше преимущественно при внесении в почву минеральных комплексных удобрений (рисунок 3).

Создание условий для увеличения количества аммонификаторов и нитрификаторов в почве напрямую связано с обеспеченностью культурных растений доступными формами азота. В литературе отмечается высокая корреляционная зависимость между данными показателями [13]. Превышение числа аммонифицирующих групп микроорганизмов в почве, удобренной био-органическим комплексом по отношению к почве с минеральным удобрением, составляет под кукурузой – 20%, подсолнечником – 45%, соей – 32,3%, сахарной свек-

Таблица – Корреляционная зависимость между ОМЧ и интенсивностью дыхания почвы

Культура	Био-органические удобрения		Минеральные удобрения	
	ОМЧ, млн. КОЕ/1 г почвы.	мгСО2/10г почвы в сутки.	ОМЧ, млн. КОЕ/1 г почвы.	мгСО2/10г почвы в сутки.
Кукуруза	66	7,6	50	5,7
Подсолнечник	71	7,4	57	6,2
Соя	89	9,9	60	6,8
Сах. свекла	41	4,1	29	3,3
R =	0.990		0.996	

лой – 41,7%. Тенденция превышения повторяется и в отношении нитрифицирующих групп микроорганизмов с разницей 30% (кукуруза), 46,7% (подсолнечник), 39,1% (соя), 50% (сахарная свекла).

В противоположность развитию вышеотмеченных микроорганизмов под влиянием био-органического удобрительного комплекса, группа денитрификаторов снижает свое количество. Так, неблагоприятные с агрономической точки зрения микроорганизмы – денитрификаторы, при использовании минеральных удобрений превышают число таковых в обогащенной органическим удобрением почве под кукурузой на 66,7%, подсолнечником – 40%, соей – 66,7%. Равноценное их количество (3 млн КОЕ/1гр почвы) отмечается только под сахарной свеклой.

Аналогичные данные, полученные на основе более глубоких исследований, позволяют рассматривать органические удобрения не только как прямой источник минеральных компонентов, но и как важнейший энергетический материал для полезных почвенных микроорганизмов. Это позволяет сократить не только использование азота минеральных удобрений, но и снизить его потери в виде газообразных ( $N_2O$ ) соединений [14].

Азотное питания растений осуществляется по особой, отличной от всех макро и микро-элементов системе. Как правило, обеспеченность растений минеральными элементами достигается за счет их мобилизации из почвенных запасов или внесенных удобрений. При этом повышение их валового содержания в пахотном слое может достигаться в основном за счет механизма биолифтинга из нижних горизонтов мощно развитой корневой системой. В случае с валовым запасом азота в почве, источником биологической его аккумуляции служит азот атмосферного воздуха, количество которого может накапливаться в несопоставимо больших количествах, чем растение способно его усвоить. Последующее обеспечение растений азотом достигается как за счет внесения удобрений, так и за счет создания условий по трансформации почвенных запасов в минеральные азотные соединения. В связи с этим более глубокое изучение механизмов трансформации азота, учет потенциальной и актуальной обеспеченности, выраженной в цифровых единицах, позволит подобрать наиболее эффективную систему удобрения. На рисунок 4 видно, как в этих целях можно управлять особенностями азотного режима в почве.

Первоначальный объем азота, поступившего в почву с 200 кг/га био-органических удобрений, составил всего 8 кг/га. С нитроаммофоской поступило в 4 раза больше – 32 кг/га. Тем не менее, через 45 дней в околоразной зоне исследуемых культур прослеживается повышение общего азота в первом случае. В зоне развития корней кукурузы увеличение составляет 24%, сои – 55% и сахарной свеклы

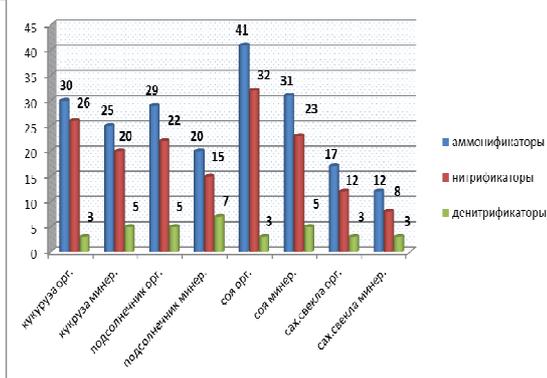


Рисунок 3 – Влияние различных систем удобрения на трансформирующие азот в почве микроорганизмы, млн КОЕ/1 г

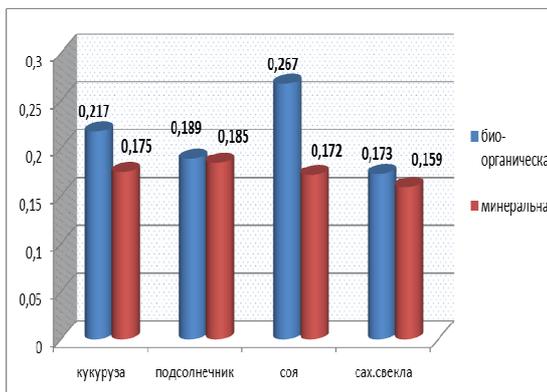


Рисунок 4 – Влияние различных систем удобрения на содержание общего азота в почве, %

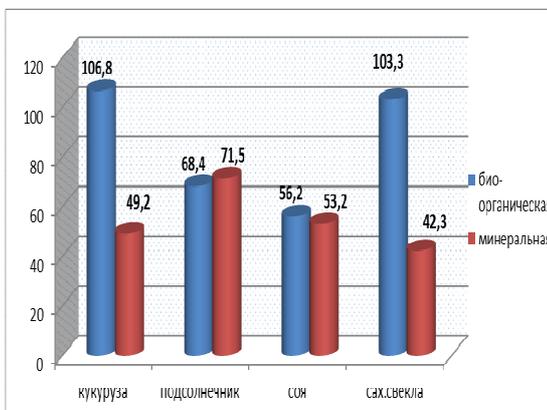


Рисунок 5 – Влияние различных систем удобрения на содержание минерального азота в почве, мг/кг почвы

– 8,8%. В пределах погрешности находятся данные по подсолнечнику – 2,2%,

Аналогичная тенденция прослеживается и в содержании минеральных форм азота в этих же образцах почвы (рис.5). Содержание минерального азота в околоразной зоне кукурузы превышает на 117%, сои – 5,6%, сахарной свеклы – 144%. Концентрация минерального азота под подсолнечником ниже на -4,5%.

На рисунках 4 и 5 отмечается, что в околоразной зоне подсолнечника количество общего и минерального азота существенно не меняется в зависимости от системы удобрения

на данном временном отрезке (45 дн.). Но при этом же активность трансформирующих азот в почве микроорганизмов наиболее высокая по отношению к другим культурам (рисунок 3). В данном случае можно сделать вывод, что в силу биологических особенностей культуры подсолнечника, активность процессов аммонификации и нитрификации проявилась значительно позже, чем под кукурузой, соей и сахарной свеклой. Соответственно к этому времени и не произошло накопления сопутствующего этой активности продукта – азота. Анализ данных подтверждает общепринятое мнение, что эффективная система удобрения не может носить универсальный характер. Учет биологических особенностей культур, почвенных характеристик и параметров выбранных удобрений – важнейшее условие для разработки эффективной системы питания культурных растений, отвечающей принципам эколого-экономической целесообразности.

**Выводы.** Д.Н. Прянишников, уделяя использованию органических удобрений большое значение, ссылаясь не только на улучшение физических свойств почвы, но и на их влияние на микробиологическую деятельность в ней. Он писал: «...как бы ни было велико производство органических удобрений в стране, навоз никогда не потеряет своего зна-

чения» и «...без правильной организации его использования не может быть налажено действительное рациональное применение и минеральных удобрений» [15]. Сравнительный анализ, проведенный в нашей работе, подтвердил высокий потенциал органических удобрений в улучшении системы удобрения сельскохозяйственных растений посредством воздействия на экологические параметры почвы. Инновационность, которая и должна быть присуща агропроизводству 21-го века, заключается в технологичности подготовки органических удобрений (выбор концентрированного сырья, обеззараживание, обогащение, возможность локального внесения), совмещении результатов агрохимической науки с достижениями микробиологии и подчинении требованиям экономической целесообразности их применения. По сути, разработка систем удобрений, совмещающих три составные части любой почвы – минеральную, органическую и микробиологическую является путем эволюционного развития агрохимической науки. И как следствие, расширение перечня индикаторов почвенного плодородия за счет биологических показателей позволяет более объективно оценить ее потенциал, что ведет к снижению расходов в растениеводстве и на повышение его рентабельности.

#### Литература

1. Эколого-агрохимическая оценка органических удобрений на серых лесных почвах Верхневолжья // дисс. канд. с.-х.н. – 06.01.04 / Семин Игорь Валерьевич. – Владимир, 2016г
2. Белевцев Д.Н., Макарова В.Ф., Тимошенко Н.Я. Эффективность применения биогумуса при возделывании подсолнечника // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2003. – Вып. 1 (128). – С.43-51.
3. Малофеев В.И. Технология термической переработки помета. – М.: Колос, 1981. – 117 с.
4. Занилов А.Х., Шилова Е.П. Инновационные приемы повышения эффективности минерального питания растений: метод.рек. – М.: «ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 132 с.
5. Шарипова Г.Ф. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и средообразующие свойства новых сортов люцерны посевной на серых лесных почвах Республики Татарстан: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, Казань: ФГБНУ ТатНИИСХ, -2016. – 53 с.
6. G.S. Kang, V. Beri, B.S Sidhu, O.P. Rupela, 2005. A new index to assess soil quality and sustainability of wheat-based cropping systems. *Biology and Fertility of soil*. V.41 (6), pp.389-398.
7. Миненко А.К. Изменение биологической активности дерново-подзолистых почв при их окультуривании // АгрэкоИнформ. – 2009. - №2. – С.11-17.
8. Michael Schloter, Paolo Nannipieri, Soren Sorensen, Jan Dirk van Elsas. *Microbial indicators for soil quality. Bio Fertl Soils* (2018) 54: 1-10.
9. Курганова И.А. Эмиссия и баланс диоксида углерода в наземных экосистемах России: автореф. д. б. н. - М., 2010. - 50 с.
10. Благодатский С.А., Ларионова А.А., Евдокимов И.В. Вклад дыхания корней в эмиссию CO<sub>2</sub> из почвы // Дыхание почвы. НЦБИ РАН Пушкино, 1993. - С. 26-32/
11. Микробиология: учебник для вузов / В.Т. Емцев, Е.Н. – М.: Дрофа, 2005. – 445с.
12. Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М.Зенова. Биология почв: Учебник. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
13. Ведрова Э.Ф. Разложение органического вещества лесных подстилок // Почвоведение. – 1997. - №2. – С. 216-223.
14. Daniel De Rosa, David W.Rowlings, Joannes Biala, Clemens Scheer, Bruno Basso, James McGree, Peter R. Grace. Effect of organic and mineral N fertilizers on N<sub>2</sub>O emission from an intensive vegetable rotation. *Biology and Fertility of Soils*. 2016, V.52(6), pp 895-908.
15. А.В. Петербургский. Дмитрий Николаевич Прянишников. Очерк жизни и деятельности. – М., 1960. 124 с.

#### Сведения об авторах.

Занилов Амиран Хабидович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой трансфера инновационных технологий в АПК, e-mail: agro-center@inbox.ru  
 ФГБОУ ДПО «Федеральный центр сельскохозяйственного консультирования и переподготовки кадров АПК», с. Глинково, Россия.  
 Адаев Ахмед Нурбекович – младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, e-mail:ahmed922an@mail.ru

Муев Амир Алимович – младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, e-mail: muuev0990@mail.ru  
 ФГБНУ «Чеченский НИИСХ», Чеченская Республика, Грозненский р-н, пос.Гикало.

**AGRO-ECOLOGICAL EVALUATION OF DIFFERENT FERTILIZATION SYSTEMS  
 IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN.**

**Zanilov A.Kh., Adaev A.N., Muuev. A.A.**

**Abstract.** Producers of agricultural plant products are increasingly reporting a decrease in the responsiveness of cultivated plants to the mineral fertilizers applied to the soil. The explanation of this phenomenon can be the shift of limiting factors that determine the yield from the mineral components in the soil to substances of organic and biological origin. In the present work, comparative data are presented on the influence of mineral and organic fertilizer systems on the main biological indicators of the soil - nitrogen transforming groups of microorganisms, total microbial number (TMM), soil respiration. The change in total and mineral nitrogen in the soil is assessed. The novelty of the study is that organic fertilizers are used in amounts comparable to the doses of mineral fertilizers in physical weight - 200 kg per hectare. The application is carried out locally simultaneously with the seeding. As a result of the analysis, it was found that in soil with organic fertilizers under all crops (corn, sunflower, soybeans, sugar beets), ammonifiers (20.0-45%) numerically dominate, nitrifiers (30.0-46.7%), the total microbial number is higher by 24.6-48.3%. The intensity of carbon dioxide emissions (soil respiration) is also higher by 19.0-45.6%. The intensity of biogeochemical processes in the soil and the associated transformations of mineral nutrients, respectively, and the provision of plants with them closely correlates with the number of agronomically valuable groups of microorganisms. The correlation coefficient between the number of ammonifiers and nitrifiers with the total nitrogen content in the soil under all the studied crops on an organic fertilizer system is  $r = 0.93$ .

**Key words:** organic fertilizers, local application, soil biological activity.

**References**

1. *Ekologo-agrokhimicheskaya otsenka organicheskikh udobreniy na serykh lesnykh pochvakh Verkhnevolzhya // diss. kand.s-kh.n.* (Ecological and agrochemical assessment of organic fertilizers on gray forest soils of the Upper Volga // Dissertation for a degree of Ph.D. of Agricultural sciences). – 06.01.04 / Semin Igor Valerevich. Vladimir, 2016.
2. Belevtsev D.N., Makarova V.F., Timoshenko N.YA. The effectiveness of biohumus in the cultivation of sunflower. [Effektivnost primeneniya biogumusa pri vzdelyvanii podsolnechnika]. // *Nauchno-tehnicheskii byulleten VNIIMK. - Scientific and technical herald of VNIIMK.* – 2003. – Issue 1 (128). – P. 43-51.
3. Malofeev V.I. *Tekhnologiya termicheskoy pererabotki pometa.* [Thermal processing technology litter]. – M.: Kolos, 1981. – P. 117.
4. Zanilov A.Kh., Shilova E.P. *Innovatsionnye priemy povysheniya effektivnosti mineralnogo pitaniya rasteniy: metod. rek.* [Innovative techniques for improving the efficiency of mineral nutrition of plants: methodical recommendations]. – M.: “FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2017. – P. 132.
5. Sharipova G.F. *Vliyaniye mineralnykh udobreniy na produktivnost i sredobrazuyushchie svoystva novykh sortov lyutsernoy posevnoy na serykh lesnykh pochvakh respubliki Tatarstan: Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata selskokhozyaystvennykh nauk.* (Influence of mineral fertilizers on productivity and environment-forming properties of new varieties of alfalfa sowing campaign on gray forest soils of the Republic of Tatarstan: Abstract of dissertation for the degree of Ph.D. of Agricultural Sciences). Kazan: FGBNU TatNIISKH, -2016. – P. 53.
6. G.S. Kang, V. Beri, B.S Sidhu, O.P. Rupela, 2005. A new index to assess soil quality and sustainability of wheat-based cropping systems. *Biology and Fertility of soil.* V.41 (6), pp.389-398.
7. Minenko A.K. Changes in the biological activity of sod-podzolic soils during their cultivation. [Izmeneniye biologicheskoy aktivnosti dernovo-podzolistykh pochv pri ikh okulturirovani]. // *AgroecoInform. - AgroecoInform* – 2009. - №2. P. 11-17.
8. Michael Schloter, Paolo Nannipieri, Soren Sorensen, Jan Dirk van Elsas. Microbial indicators for soil quality. *Bio Fertil Soils* (2018) 54: 1-10.
9. Kurganova I.A. *Emissiya i balans dioksida ugleroda v nazemnykh ekosistemakh Rossii: avtoref. d. b. n.* (Emission and balance of carbon dioxide in the terrestrial ecosystems of Russia: author’s abstract for a degree of Doctor of Biology). – M., 2010. – P. 50.
10. Blagodatskiy S.A., Larionova A.A., Evdokimov I.V. *Contribution of root respiration to CO2 emission from soil. // Dykhanie pochvy.* [Vklad dykhaniya korney v emissiyu CO2 iz pochvy. // Breath of soil]. NTSBI RAN Pushchino. 1993. - P. 26-32/
11. *Mikrobiologiya: uchebnik dlya vuzov.* [Microbiology: a textbook for universities]. / V.T. Emtsev E.N. – M.: DroDrofa, 2005. – P. 445.
12. D.G. Zvyagintsev, I.P. Babeva, G.M.Zenova. *Biologiya pochv: Uchebnik.* [Soil biology: textbook]. – M.: Izd-vo MGU, 2005. – P. 445.
13. Vedrova E.F. Decomposition of the organic matter of forest litter. [Razlozheniye organicheskogo veschestva lesnykh podstilok]. // *Pochvovedeniye. - Soil science.* – 1997. - №2. – P. 216-223.
14. Daniel De Rosa, David W. Rowlings, Joannes Biala, Clemens Scheer, Bruno Basso, James McGree, Peter R. Grace. Effect of organic and mineral N fertilizers on N2O emission from an intensive vegetable rotation. *Biology and Fertility of Soils.* 2016, V.52(6), pp 895-908.
15. A.V. Peterburgskiy. *Dmitriy Nikolaevich Pryanishnikov. Ocherk zhizni i deyatelnosti.* [Dmitry Nikolaevich Pryanishnikov. Essay on life and activity]. Moskva – 1960. P. 124.

**Authors:**

Zanilov Amiran Khabidovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Head of Department of Transfer of Innovative Technologies in the Agro-Industrial Complex, “Federal Center for Agricultural Consulting and Retraining of Agro-Industrial Complex Personnel”. Address: 77 Glinkovo village, Sergiev-Posadskiy district, Moscow region, e-mail: agro-center@inbox.ru.

Adaev Akhmed Nurbekovich – Junior researcher of the Department of Breeding and Seed-growing of agricultural cultures of Chechensky Institute of Agriculture. Address: 1 Lenin Street, Gikalo village, Grozny district, Chechen Republic, e-mail: ahmed922an@mail.ru

Muuev Amir Alimovich – Junior researcher of the Department of Breeding and Seed-growing of agricultural cultures of Chechensky Institute of Agriculture. Address: 1 Lenin Street, Gikalo village, Grozny district, Chechen Republic, e-mail: muuev0990@mail.ru