

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Дегтярева И.А., Алиев Ш.А., Гизатуллин Р.Х., Хидиятуллина А.Я., Биккинина Л.М.-Х., Дмитричева Д.С.**

*Государственное научное учреждение «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения» Российской академии сельскохозяйственных наук, Казань, Россия (420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 20а), [niiaxp2@mail.ru](mailto:niiaxp2@mail.ru)*

---

Представлены данные комплексного изучения влияния различных доз минеральных и органических удобрений на агрохимические и микробиологические параметры выщелоченного чернозема при возделывании сельскохозяйственных культур. Установлено, что наиболее эффективными дозами навоза являются 60 и 80 т/га, при внесении которых значительно повышаются запасы подвижного фосфора в пахотном слое. Накопление подвижных фосфатов происходит в первые два года взаимодействия навоза с почвой. Путем внесения «в запас» фосфорного и калийного удобрений можно значительно улучшить обеспеченность пахотного слоя подвижными формами фосфора и калия. Увеличение содержания подвижных фосфатов в почве продолжается в течение двух лет. При внесении фосфорных и калийных удобрений «в запас» в последующие годы можно ограничиться ежегодным применением только азотных удобрений. Следствием улучшения фосфатного режима путем внесения органических и минеральных удобрений явилось улучшение параметров микробиоценоза и повышение урожайности возделываемой культуры.

---

Ключевые слова: органические и минеральные удобрения, выщелоченный чернозем, микроорганизмы, мониторинг.

## **INCREASING TO EFFICIENCY OF THE USING ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS UNDER AGRICULTURAL CULTURE ON LEACHED CHERNOZEM OF REPUBLIC TATARSTAN**

**Degtereva I.A., Aliev Ch.A., Gizatullin R.H., Hidiyatullina A.Ya., Bikkinina L.M.-H., Dmitricheva D.S.**

*State scientific institution Tatar Scientific Research Institute of agricultural chemistry and soil sciences of Russian Academy of Agricultural Sciences, Kazan, Russia (420059, Kazan, Orenburgskiy tract, 20a), [niiaxp2@mail.ru](mailto:niiaxp2@mail.ru)*

---

In article study will presented given complex study of the influence of the different doses mineral and organic fertilizers on agricultural chemistry and microbiology parameters leached chernozem under cultivation agricultural cultures. It is Installed that the most efficient dose of the manure are 60 and 80 т/га, when contributing which vastly increase the spares of rolling phosphorus in arable layer. The accumulation rolling phosphate occurs at the first two years of the interaction of the manure with ground. By contributing "in spare" phosphoric and potassium fertilizers possible vastly to perfect the suply arable layer by rolling forms of phosphorus and potassium. Increase the contents rolling phosphate in ground lasts during two years. When contributing phosphoric and potassium fertilizers "in spare" at the following years be possible limited by annual using only nitric fertilizers. The Effect of the improvement of the phosphate mode by contributing organic and mineral fertilizers was an improvement parameter microbocenosis and increasing to productivities of the cultivated culture.

---

Key words: organic and mineral fertilizers, leached chernozem, microorganisms, monitoring.

**Введение.** Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства остается поиск путей повышения продуктивности земледелия при одновременном сохранении плодородия почв. Перспективными направлениями являются теоретические исследования повышения коэффициента использования фосфорных удобрений, поиск новых, экономически выгодных и более доступных источников фосфора для питания растений.

Эффективность применения удобрений – органических и минеральных – связана с дополнительным обеспечением растений доступными элементами питания, с активизацией микробиологических процессов и др. При этом необходимо учитывать не только прямое действие, но и последствие различных систем удобрений на качество продукции и урожай культур

Установление необходимых агрохимических и микробиологических параметров почвенного плодородия на выщелоченном черноземе для запланированных уровней урожая сельскохозяйственных культур, разработка технологий их формирования и воспроизводства являются весьма значимыми для Республики Татарстан.

**Целью** проводимых исследований являлось изучение последствия различных удобрений (органических и минеральных) на агрохимические показатели и количественный состав микрофлоры различных сельскохозяйственных культур.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились на стационарном полевом опыте в Предволжской зоне Республики Татарстан. Опыт проводился с различными дозами навоза и в сочетании с соломой, периодическим внесением в «запас» на 2, 3 и 4 года фосфорных удобрений по следующей схеме: контроль (без удобрений); компенсирующая доза азота (КДА); навоз 40 т/га + КДА; навоз 60 т/га + ежегодно КДА; навоз 80 т/га + ежегодно КДА; ежегодно компенсирующая доза NPK; периодическое внесение РК на 2 года + ежегодно КДА; периодическое внесение РК на 3 года + ежегодно КДА; периодическое внесение РК на 4 года + ежегодно КДА; контроль (почва без растений).

Выщелоченный чернозем тяжелосуглинистого механического состава имел следующую агрохимическую характеристику: гумус – 5,76%, реакция почвенного раствора слабокислая, степень насыщенности основаниями – 88,0%, валовое содержание азота – 0,38%, подвижный фосфор – 34,0 и обменный калий 37,0 мг/кг почвы.

В опыте использовали подстилочный навоз КРС, содержащий 23,1% сухого вещества. В сухой массе навоза содержалось 2,0% азота, 1,39% фосфора и 1,66% калия или соответственно 0,46%, 0,32% и 0,42% на сырой вес. Зольность 14,0%. Внесенная солома озимой ржи содержала 89,6% сухого вещества, 0,45% азота, 0,20% фосфора и 1,0% калия. Зольность 3,9%.

В качестве минеральных удобрений были использованы аммиачная селитра, нитроаммофоска, калий хлористый. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур была общепринятая для Предволжской зоны Республики Татарстан.

Чередование культур в севообороте было следующим: 2000 год – чистый пар, 2001 – озимая рожь; 2002 – яровая пшеница, 2003 – кукуруза, 2004 – яровая пшеница, 2005 – ячмень,

2006 – озимая пшеница, 2007 – яровая пшеница, 2008 – однолетние травы, 2009 – озимая пшеница.

В почве определяли содержание гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО,  $pH_{\text{сол}}$  – по методу ЦИНАО, сумму поглощенных оснований – по Каппену [4], подвижный фосфор и обменный калий – по Чирикову [3].

Комплексное исследование микробоценоза выщелоченного среднемоющего тяжелосуглинистого чернозема включало определение численности жизнеспособных микроорганизмов различных эколого-трофических групп методом посева соответствующих разведений на селективные среды [1; 2; 5]: азотфиксирующих – на среде Эшби, фосфатмобилизующих микроорганизмов – на среде Муромцева, денитрификаторов – на среде Гильтая, аммонифицирующих бактерий – на мясо-пептонном агаре, актиномицетов и бактерий, использующих минеральные формы азота, – на крахмало-аммиачном агаре, микромицетов – на среде Чапека.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Содержание подвижного фосфора в исходной почве характеризовалось низкой обеспеченностью. В результате исследований были выявлены колебания содержания подвижного фосфора по годам, как в варианте с удобрениями, так и без них. В первый год действия от внесенных удобрений содержание подвижного фосфора начало повышаться, и на второй год достигло наибольшей величины. Среднего уровня содержания подвижного фосфора достигали варианты с внесением навоза 60 и 80 т/га и фосфорных удобрений в запас на 2, 3 и 4 года.

В конце севооборота произошло постепенное уменьшение в почве подвижного фосфора, кроме тех вариантов, в которых периодически вносились в запас на 2, 3 и 4 года фосфорные удобрения.

Увеличение легкодоступных форм фосфора было наиболее выражено в вариантах с органическими удобрениями. По-видимому, повышение содержания подвижного фосфора в вариантах с органикой происходило не только за счет внесенных питательных веществ с навозом, но и от взаимодействия его с почвой. Поэтому в этих вариантах увеличение труднодоступных форм фосфатов было менее заметно, чем в вариантах с минеральными удобрениями. При внесении фосфорных удобрений более интенсивно происходило закрепление фосфора в труднодоступные формы, чем при внесении органических удобрений.

В отличие от подвижного фосфора, повышение содержания обменного калия в опыте при последствии внесенных удобрений продолжалось в течение трех лет. В контроле (без удобрений) и в варианте с ежегодным внесением компенсирующей дозы азота содержание обменного калия снизилось на 9,0 и 5,0 мг/кг соответственно по сравнению с исходным показателем. Наибольшее содержание обменного калия наблюдалось в вариантах с периодическим внесением минеральных удобрений на 2, 3 и 4 года – 102,0; 156,0 и 187,0 мг/кг соответственно.

Органические удобрения оказывали воздействие на накопление гумуса в почве за счет органической массы, значительную часть которой составляют гумусовые вещества. Влияние применения минеральных удобрений на изменение содержания гумуса было значительно слабее, чем органических. В то же время в вариантах с минеральными удобрениями был отмечен более высокий уровень гумуса по сравнению с контролем. Воздействие минеральных удобрений на содержание гумуса косвенное. Оно проявляется непосредственно через

биомассу растительных остатков и существенно зависит от величины урожая, биологических особенностей возделываемых культур, а также от условий трансформации поступающей в почву биомассы.

Многолетними исследованиями установлено, что кислая реакция среды является одной из главных причин низкой урожайности сельскохозяйственных культур, массовой гибели зерновых и многолетних трав при перезимовке, низкого содержания белка в зерне и кормах, недостаточной эффективности минеральных удобрений. В процессе исследований резких колебаний изменения почвенного раствора ( $pH_{\text{сол.}}$ ) не наблюдалось. В большинстве вариантов почва входила в группу среднекислых. Если сопоставить результаты нескольких лет с исходными данными, применение высоких доз минеральных удобрений привело к некоторому подкислению почвы.

Наибольшее увеличение суммы поглощенных оснований за годы исследований по сравнению с контролем наблюдалось в варианте с внесением 80 т/га навоза с ежегодным внесением азота. Повышение при этом составило 38,7 мг-экв/100 г почвы.

В вариантах с периодическим внесением минеральных удобрений наблюдалось некоторое уменьшение содержания суммы поглощенных оснований.

Следствием улучшения агрохимических показателей почвенного плодородия путем внесения органических и фосфорно-калийных удобрений явилось повышение урожайности возделываемых культур. Наибольшая суммарная урожайность в звене севооборота за 10 лет была получена при внесении органических удобрений в варианте с дозой навоза 80 т/га + ежегодно компенсирующая доза азота (32,7 ц/га з.ед.). На контроле (без удобрений) суммарная урожайность составила 22,1 ц/га з.ед.

Максимальная урожайность при использовании минеральных удобрений была получена в вариантах с внесением в запас на 2 года фосфорно-калийных удобрений (37,1 ц/га з.ед.). Прибавки составили по сравнению с контролем 15,0, а по сравнению с ежегодным внесением NPK – 5,8 ц/га з.ед.

Расчет экономической эффективности показал, что применение органических удобрений является более выгодным, чем применение минеральных. Так, максимальный чистый доход при применении органики получили в варианте с дозой навоза 80 т/га (1420,5 руб./га). При этом окупаемость затрат составила 2,06 руб./руб.

Наибольший чистый доход от применения фосфорно-калийных удобрений был получен в варианте с внесением в запас на 2 года (835,0 руб./га). Окупаемость затрат при этом составила 1,25 руб./руб.

Микробиологический мониторинг показал, что при последствии органических удобрений доминировали фосфатмобилизующие и азотфиксирующие микроорганизмы, максимальная численность которых была отмечена при внесении 60 и 80 т/га навоза. На этих вариантах встречался и *Azotobacter*.

При изучении последствия различных доз минеральных удобрений оптимальная ситуация по численности diaзотрофных и фосфатмобилизующих микроорганизмов наблюдалась при внесении РК на 2, 3 и 4 года с ежегодной компенсирующей дозой азота. При этом внесение РК на 4 года являлось достаточным для поддержания активного функционирования микробоценоза. Внесение же только ежегодной компенсирующей дозы

азота явно недостаточно. Необходимы фосфор и калий, которых, по-видимому, растениям не хватает.

У ризосферных аммонифицирующих микроорганизмов наибольшая численность была отмечена во время уборки исследуемых сельскохозяйственных культур.

Количество денитрифицирующих микроорганизмов в процессе онтогенеза существенно не менялось.

В большинстве вариантов максимальное количество бактерий, использующих минеральные формы азота, отмечено во время уборки. В этот период количество минерализаторов было наибольшим при внесении компенсирующей дозы азота и ежегодно компенсирующей дозы NPK.

Численность актиномицетов была максимальной во время уборки исследуемых растений, при этом самые высокие показатели характерны для контрольного варианта (без удобрений) и варианта с ежегодным внесением компенсирующей дозы NPK.

Следует отметить, что в вариантах с внесением высоких доз минеральных удобрений в значительном количестве представлены микромицеты из рода *Trichoderma*, которые обладают фунгистатическим действием.

Активизация жизнедеятельности ризосферной микрофлоры исследуемых сельскохозяйственных культур может быть обусловлена также наличием в этой зоне веществ, выделяемых корнями в течение вегетационного периода, количество которых зависит от интенсивности фотосинтетической деятельности растений. Поэтому в ризосферной почве создаются благоприятные условия для размножения многих групп микроорганизмов, в том числе и определяющих почвенное плодородие.

При изучении последствий различных доз органических удобрений наиболее благоприятная микробиологическая ситуация наблюдалась при внесении навоза в дозах 40 и 60 т/га.

При изучении последствий минеральных удобрений оптимальная ситуация по численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов была отмечена при внесении РК на 2, 3 и 4 года с ежегодной компенсирующей дозой азота.

Следствием улучшения фосфатного режима путем внесения органических и минеральных удобрений в этих вариантах явилось повышение урожайности возделываемой культуры.

**Заключение.** Многолетними комплексными исследованиями установлено, что наиболее эффективными дозами навоза являются 60 и 80 т/га, при внесении которых значительно повышаются запасы подвижного фосфора в пахотном слое. Накопление подвижных фосфатов происходит в первые два года взаимодействия навоза с почвой.

Путем внесения «в запас» фосфорного и калийного удобрений можно значительно улучшить обеспеченность пахотного слоя подвижными формами фосфора и калия. Увеличение содержания подвижных фосфатов в почве продолжается в течение двух лет.

При внесении фосфорных и калийных удобрений «в запас» в последующие годы можно ограничиться ежегодным применением только азотных удобрений.

## Список литературы

1. Колешко О.И. Экология микроорганизмов почвы. Лабораторный практикум. – Минск : Высшая школа, 1981. – 175 с.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М. : МГУ, 1991. – 304 с.
3. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. ГОСТ 26204-91. – М., 1992. – 6 с.
4. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Капшена. ГОСТ 27821-88. – М., 1988. – 5 с.
5. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М. : Колос, 1993. – 175 с.

**Рецензенты:**

Данилова Н.И., д.б.н., доцент кафедры зав. кафедрой зооигиены ФГБОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань.

Гайнулина М.К., д.с.-х.н., зав. кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань.