

УДК 631.46:631.87
AGRIS P35

https://doi.org/10.33619/2414-2948/84/20

ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА И ЦЕОЛИТА НА ДИНАМИКУ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

©Исакова В. Г., ORCID 0000-0001-6408-2357, Институт почвоведения и агрохимии НАН
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, vusala.isakova.88@mail.ru

EFFECT OF BIOHUMUS AND ZEOLITE ON THE DYNAMICS OF NUTRIENTS

©Isakova V., ORCID 0000-0001-6408-2357, Institute Soilsience and Agrochemistry
of Azerbaijan NAS, Baku, Azerbaijan, vusala.isakova.88@mail.ru

Аннотация. За период исследований было изучено в динамике количество питательных элементов (нитратная форма азота, поглощенный аммиак, подвижный фосфор) в орошаемых лугово-сероземных (в World Reference Base soil types — *Gleyi-Irragic Calcisols*) почвах под растением фасоли адзуки *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi. Схемы, применяемые на практике: 1. контрольная (без удобрений); 2. биогумус 5 т/га; 3. цеолит 5 т/га; 4. биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га; 5. биогумус 7,5 т/га; 6. цеолит 7,5 т/га; 7. биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га. В течение вегетационного периода количество питательных элементов существенно менялось в зависимости от количества вносимых биогумуса и цеолита, а также фаз роста растения. Количество питательных элементов в орошаемых лугово-сероземных почвах изменялось от начала до конца вегетации в сторону уменьшения. Питательные вещества из почвенной среды интенсивно усваиваются растением, так как расходуются на формирование вегетативных и генеративных органов в течение вегетационного периода фасоли.

Abstract. During the research period, the amount of nutrients (nitrogen nitrate form, absorbed ammonia, activated phosphorus) in *Gleyi-Irragic Calcisols* under the adzuki bean plant *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi was studied in dynamics. Schemes used in practice: 1. control (without fertilizer); 2. biohumus 5 t/ha; 3. zeolite 5 t/ha; 4. biohumus 5 t/ha + zeolite 5 t/ha; 5. biohumus 7.5 t/ha; 6. zeolite 7.5 t/ha; 7. biohumus 7.5 t/ha + zeolite 7.5 t/ha. During the growing season, the amount of nutrients changed significantly, depending on the amount of applied biohumus and zeolite, as well as the growth phases of the plant. The amount of nutrients in the *Gleyi-Irragic Calcisols* changed from the beginning to the end of the vegetation in the direction of decrease. Nutrients from the soil environment are intensively absorbed by the plant as it is spent on the formation of vegetative and generative organs during the growing season of the bean plant.

Ключевые слова: сероземы, орошаемые почвы, адзуки, азот, аммиачный азот, фосфор, гумус, цеолиты, питательные вещества.

Keywords: Calcisols, irrigated soils, *Vigna angularis*, nitrogen, ammonium nitrogen, phosphorus, humus, zeolites, nutrients.

На валовое содержание и содержание подвижных форм элементов в почве, также, существенное влияние оказывают различные факторы: время, осадки, растительность, состояние твердой фазы, грунтовые воды, наличие микроорганизмов, их активность и т. д.

[13]. Нарушение циклов элементов (значительное снижение степени замкнутости) в основном обусловлено следующим: выносом биогенных элементов урожаем; потерями биогенных элементов в ходе выщелачивания, с поверхностным стоком, в процессе эрозии и дефляции; потерями азота при денитрификации и т. д. [12].

Питательные вещества для растений являются ключевой частью устойчивого сельского хозяйства. Почвы содержат естественные запасы питательных элементов для растений, но эти запасы недоступны растениям, и лишь небольшая их часть может быть использована в результате ежегодной биологической деятельности или химических процессов [16].

Цель работы — изучить закономерности изменения динамики питательных элементов (нитратного азота, поглощенного аммиака и подвижного фосфора) под растением фасоли на орошаемых лугово-сероземных почвах при внесении биогумуса и цеолита.

Объекты исследования

Объект исследований — орошаемые лугово-сероземные (в WRB — *Gleyi-Irragic Calcisols*) почвы субтропической зоны, различные дозы биогумуса и цеолита, растение фасоли адуки *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & N. Ohashi. Большую роль в генезисе орошаемых лугово-сероземных почв играет влияние подземных грунтовых вод, эти почвы характеризуются низким содержанием гумуса (1,3–2,8%), обычно в нижних слоях увеличивается количество обменного натрия, в результате наблюдается засоление и солонцевание почвы.

Опыт проведен в 7 вариантах и 3 повторах по схеме: 1. контроль (без удобрений); 2. биогумус 5 т/га; 3. цеолит 5 т/га; 4. биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га; 5. биогумус 7,5 т/га; 6. цеолит 7,5 т/га; 4. биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га.

Количество нитратного азота, поглощенного аммиака и подвижного фосфора определяли по методу Е. Б. Аренушкиной [1]. Математико-статистический и дисперсионный расчет чисел, полученных в результате исследования, проводили в Excel [5].

Результаты и обсуждение

Нитратная форма азота

При вовлечении почв в сельскохозяйственное использование содержание в них общего азота резко, в 1,5–2,0 раза, снижается. Это происходит оттого, что в ходе обработок верхнего горизонта почв земледельческими орудиями в нем устанавливается резко окислительная обстановка, что благоприятствует процессу минерализации органических соединений. Высвобождение минерального азота сопровождается его усиленным выносом в нижележащие горизонты, потреблением сельскохозяйственными культурами с последующим отчуждением с продукцией, а также денитрификацией. Одновременно ослабевает биологическая фиксация азота. В конечном итоге это приводит к снижению запасов почвенного азота и, соответственно, к существенной деградации почвы [12]. Азот находится в почве в виде органических и неорганических соединений. Благодаря саморегулирующейся системе в естественных ценозах азот усваивается растениями сбалансированно, но круговорот азота нарушается при вспашке почвы и использовании ее под различные сельскохозяйственные культуры, в результате чего органические соединения азота расщепляются и азот уносится урожаем. Внесение удобрений — один из самых удобных способов подкормки растений азотом [2]. Биодобриения стимулируют биологическую активность почвы, питательные вещества, которые помогают поддерживать здоровье растений. Биогумус, полученный при компостировании местных органических отходов,

положительно влияет на агрохимический, агрофизический, структурно-агрегатный состав питательных элементов (N, P, K) в почве и количество микроорганизмов [6].

Влияние однократного и комплексного внесения биогумуса и цеолита на азотный режим под растениями фасоли на орошаемых лугово-сероземных почвах не изучалось. Проведение таких исследований позволяет отслеживать изменения количества нитратной и аммиачной форм азота в почве в течение вегетационного периода и определять взаимосвязь поглощения элементов питания в зависимости от фазы развития растений [2].

В орошаемых лугово-сероземных почвах количество нитратного азота в слое 0–50 см в начальной стадии развития растения фасоли составляет 2,9, в фазе цветения — 2,5 и в фазе биологической спелости 2,0, в варианте биогумус 5 т/га оно варьировалось в пределах соответственно: 4,0; 3,4 и 2,7; в варианте цеолит 5 т/га: 3,0, 2,5 и 2,0; в варианте биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га: 4,4; 3,8 и 3,2; в варианте биогумус 7,5 т/га: 4,8, 4,2 и 3,5; в варианте цеолит 7,5 т/га: 2,9, 2,6 и 2,1, в варианте биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га 5,2, 4,4 и 3,6 мг NO₃/кг в почве (Рисунок 1).

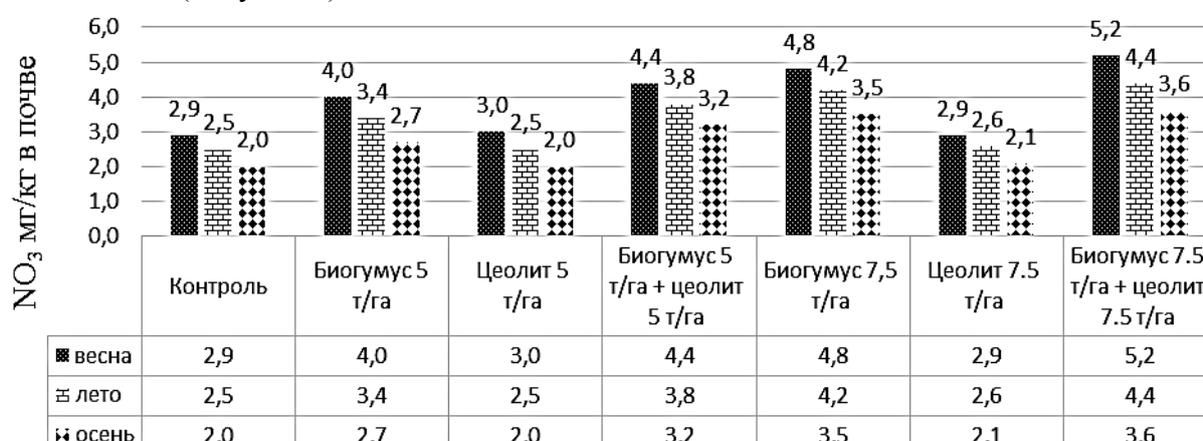


Рисунок 1. Содержание нитратов в орошаемых лугово-сероземных почвах

В период от начального периода роста вегетации до последнего периода биологического созревания количество нитратов в контроле, понизившись, составило 0,9 мг NO₃/кг (31%), в варианте биогумус 5 т/га — 1,3 мг NO₃/кг (32,5%), в варианте 5 т/га цеолит — 1,0 мг NO₃/кг (33,7%), в варианте биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га — 1,2 мг NO₃/кг (27,3%), в варианте биогумус 7,5 т/га — 1,3 мг NO₃/кг (27,1%), в варианте цеолит 7,5 т/га — 0,8 мг NO₃/кг (27,6%), в варианте биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га — 1,6 мг NO₃/кг (30,8%). Таким образом, снижение количества нитратов за вегетационный период колебалось в пределах 27,3–33,7% в зависимости от вариантов. Существенное влияние на увеличение накопления минеральных соединений азота в почвах оказывают органические и минеральные удобрения [3]. Внесение вермикомпоста под растение вызывало увеличение минерального азота и снижение в конце вегетации по сравнению с контролем. По-видимому, снижение содержания минерального азота осенью связано как с его выносом культурами, так и с использованием со стороны микроорганизмов [2].

Ссылаясь на результаты исследований, можно утверждать, что количество нитратов составляет в контроле 2,5 в слое 0–50 см, в варианте биогумус 5 т/га — 3,3, в варианте цеолит 5 т/га — 2,5, в варианте биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га — 3,8, в варианте биогумус 7,5 т/га — 4,2, в варианте цеолит 7,5 т/га — 2,5 и в варианте биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га — 4,4 мг NO₃/кг в почве, количество нитратов в пахотном слое (0–25 см) по сравнению с подпахотным слоем (25–50 см) было относительно высоким. Из полученных

данных цифр можно сделать вывод, что прирост по сравнению с контролем в слое 0–25 см составляет в варианте биогумус 5 т/га 26,3%, в варианте цеолит 5 т/га — 3,6%, в варианте биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га — 57,1%, в варианте биогумус 7,5 т/га — 40,4%, в варианте цеолит 7,5 т/га — 3,6%, в варианте биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га — 42,9%.

В опытах доказана возможность использования цеолита для предупреждения вымывания нитратного азота из корнеобитаемого слоя. На варианте с внесением цеолита отмечалось более низкое содержание нитратного азота в почве в период вегетации ячменя. Особенно заметно наблюдалось снижение содержания нитратного азота с глубиной [8]. Под действием внесенных удобрений происходит изменение показателей эффективного плодородия агросерой почвы. Содержание нитратного азота достоверно увеличилось на 29–59% в вариантах с внесением 3 т/га вермикомпоста, а при применении 6 т/га — на 29–118% в зависимости от вида вермикомпоста по сравнению с контролем [9].

Внесение биогумуса и цеолита под растение фасоли на орошаемых лугово-сероземных почвах по-разному влияло на количество нитратов. Таким образом, несмотря на то, что применение биогумуса отдельно и в комплексе с цеолитом приводило к увеличению количества нитратов, применение только цеолита приводило к изменению в сторону уменьшения количества нитратов. Несмотря на это, потребность фасоли в азоте в течение вегетационного периода обеспечивалась за счет деадсорбции. Проведен математико-статистический анализ влияния биогумуса и цеолита на культуру фасоли в орошаемых лугово-сероземных почвах. Из полученных данных видно, что в слое 0–25 см — среднеарифметическое число составило — 3,8 мг NO_3 ; дисперсия — 1,083; среднеквадратичное отклонение — 1,041; коэффициент вариации — 27,6%; средняя ошибка выборки — 0,130; коэффициент вариации 3,42%; конечные пределы погрешности пробоотбора — 3,5–4,0 мг NO_3 ; в слое 25–50 см — соответственно, 2,9 мг NO_3 ; 0,714 0,845; 29,5%; 0,105; 3,62% и 2,7–3,1; в слое 0–50 см — 3,3 мг NO_3 ; 0,887; 0,942; 28,2%; 0,119; 3,61%; 3,1–3,6 мг NO_3 . С вероятностью 95% количество нитратов под фасолью в слое 0–25 см колебалось в пределах 3,5–4,0, в слое 25–50 см — 2,7–3,1 и в слое 0–50 см — 3,1–3,6 мг NO_3 .

Рассчитана дисперсия влияния внесения биогумуса и цеолита на количество нитратов в орошаемых лугово-сероземных почвах за период 2019–2021 гг. и трехлетний итог. Расчеты показывают, что во все годы $F_{\text{фак}} > F_{\text{крис}}$, то есть между всеми вариантами существует значительная разница. Таким образом, на орошаемых лугово-сероземных почвах под культурой фасоли наблюдалась значительная разница между контролем, всеми вариантами применения биогумуса и цеолита. Применение цеолита не позволяло вымывать нитраты из почвенных слоев в грунтовые воды, их количество в грунтовых водах было очень низким. Таким образом, цеолит можно рассматривать как азотное удобрение постепенного действия [17].

Улучшение качества окружающей среды может быть достигнуто за счет использования новых методов управления, которые сохраняют почвенную влагу и увеличивают доступные формы азота для растений, ограничивая выщелачивание азота. Авторы показывают, что в этом отношении выгодно применение мочевины с цеолитом (клиноптилолитом) [14].

Поглощенный аммиак

Обычно, в зависимости от типа почвы, почвенно-климатических условий, полевой влажности и т. д., растения используют в качестве источника пищи нитратную или аммиачную форму азота. Применение цеолита обеспечило удержание NH_4^+ -N в верхнем слое почвы и предотвратило вымывание NO_3^- -N в более глубокие слои [15]. Накопление нитратов в почве во многом зависит от влажности почвы и выращиваемой культуры. Обследование

опытных полей на содержание нитратного азота показало, что в зависимости от выращиваемой культуры и варианта опыта, его содержание варьируется в широких пределах [10].

На орошаемых лугово-сероземных почвах аммиачная форма азота под растением фасоли изменялась в убывающем направлении от начальной стадии развития растений до конечной. За период исследований количество аммиака, поглощенного растением фасоли в начальный период (весна), в слое 0–50 см составило 24,3, в варианте с биогумусом 5 т/га — 27,0, в варианте с цеолитом 5 т/га — 24,3, в варианте биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га — 28,5, в варианте биогумус 7,5 т/га — 28,9, в варианте цеолит 7,5 т/га — 23,6 и в варианте биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га 29,7; в фазу цветения (лето), соответственно, 19,2; 21,7; 21,4; 23,7; 23,6; 21,4 и 26,3; осенью (биологическое созревание) — 16,9; 20,1; 19,5; 21,0; 21,4; 19,9 и 22,6 мг NH₄/кг в почве (Рисунок 2).

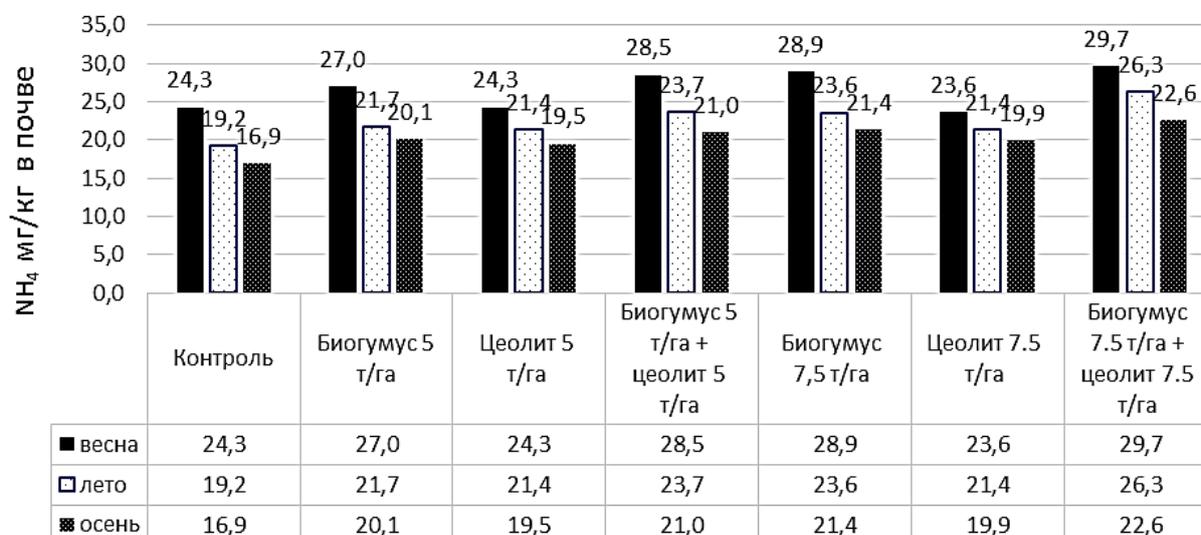


Рисунок 2. Количество поглощенного аммиака в орошаемых лугово-сероземных почвах

Поскольку в орошаемых лугово-сероземных почвах аммиак, как питательное вещество интенсивно поглощается цеолитом, количество аммиачной формы азота было выше по сравнению с вариантами, где биогумус вносился отдельно и совместно с цеолитом. Количество аммиака в слое почвы 0–50 см от начального периода развития растения до периода полной спелости уменьшилось на 7,4 на контроле, в варианте с биогумусом 5 т/га — на 6,9, в варианте с цеолитом 5 т/га на 4,8, в варианте с биогумусом 5 т/га + цеолит 5 т/га — на 7,5, в варианте с биогумусом 7,5 т/га — на 7,5, в варианте с цеолитом 7,5 т/га — на 6,9 и в варианте с биогумусом 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га — на 7,8 мг NH₄/кг в почве (Рисунок 2). Таким образом, согласно расчетам, конечные пределы поглощения аммиака в слое 0–25 см колебались в интервале 23,5–25,4, в слое 25–50 см — 20,0–22,5 и в слое 0–50 см — 22,1–23,8 мг NH₄/кг в почве.

При выращивании фасоли использовали биогумус и цеолит. Они участвовали во всех стадиях развития фасоли, что подтверждается дисперсионными расчетами. Как видно из полученных результатов, $F_{\text{фас}} > F_{\text{крис}}$, т. е. количество поглощенного аммиака было различным в вариантах применения биогумуса и цеолита. Внесение цеолита в почву благотворно влияет на окружающую среду, предотвращает просачивание элементов минерального питания (особенно азота) в грунтовые воды и повышает эффективность питательных элементов в почве, не оказывает отрицательного влияния на качество выращиваемого урожая, поэтому

будет правильным утверждать, что природный цеолит играет положительную роль в питании растений [17].

Цеолит предотвращает вымывание нитратного азота из верхнего слоя почвы в грунтовые воды, поэтому цеолит можно рассматривать как азотное удобрение медленного действия [18].

Прогнозирование обеспеченности полевых культур почвенным азотом и определение их потребности в азотных удобрениях остается наиболее сложной задачей в системе эффективного применения удобрений. Это связано как с мобилизационными процессами азотсодержащих органических соединений, интенсивность которых зависит от гидротермических условий и агротехнических факторов, так и с высокой подвижностью минеральных соединений азота во времени и в массе почвы [3].

Подвижный фосфор

Фосфор — такой же необходимый элемент для жизнедеятельности, как и азот [11]. Внесение биологических удобрений оказывает большое влияние на развитие микоризы, обеспечивает высокое содержание фосфора в почве [16]. Уровень фосфорного питания сельскохозяйственных культур в севообороте обусловлен мобилизацией естественных запасов подвижных фосфатов в почве. В то же время содержание доступных для растений соединений фосфора в почве, являясь одним из основных показателей окультуренности, достаточно объективно характеризует ее плодородие по отношению к этому элементу питания [10].

Требуется оптимальное количество подвижного фосфора и обменного калия в почве. Для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур [4], поэтому основными агрохимическими показателями, определяющими состояние плодородия почвы, являются степень кислотности почв и содержание в них гумуса и подвижных форм фосфора и калия [7].

По мере продолжения фаз развития растения интенсивно используют питательные вещества, а когда формируются генеративные и вегетативные органы растения, т. е. на более поздних стадиях его развития, потребляется большее количество питательных веществ. Сравнение вариантов показывает, что в орошаемых лугово-сероземных почвах относительно высокое количество подвижного фосфора под фасолью зафиксировано в вариантах, где биогумус вносился отдельно и в комплексе с цеолитом. В тех вариантах, когда цеолит вносился отдельно, количество подвижного фосфора, в сравнении с контролем, мало отличалось, поскольку цеолит интенсивно поглощает питательные вещества как адсорбент.

За период исследований количество подвижного фосфора в орошаемых лугово-сероземных почвах изменялось в слое 0–25 см в контроле в интервалах 11,3–14,2; в варианте с биогумусом 5 т/га — 13,7–16,8; в варианте с цеолитом 5 т/га — 12,3–15,5, в варианте биогумус 5 т/га + цеолит 5 т/га — 14,8–17,5; в варианте с биогумусом 7,5 т/га — 15,3–17,9; в варианте с цеолитом 7,5 т/га — 11,0–15,6, в варианте биогумус 7,5 т/га + цеолит 7,5 т/га — 15,5–18,3 мг P_2O_5 , в подпахотном (25–50 см) слое этот показатель был относительно низким (Рисунок 3).

Средние трехлетние показатели количества подвижного фосфора в орошаемых лугово-сероземных почвах под фасолью менялись по вариантам в интервалах: в слое 0–50 см весной (период первичного роста) 10,8–16,2, летом (период цветения) 11,6–16,1 и осенью (полное созревание) 10,4–14,7 мг P_2O_5 .

Проведен математико-статистический анализ влияния биогумуса и цеолита на количество подвижного фосфора под растением фасоли в орошаемых лугово-сероземных

почвах по слоям 0–25, 25–50 и 0–50 см и полученные данные по слоям были следующими: в слое 0–25 см — среднее арифметическое — 15,1 мг P₂O₅; дисперсия — 3,212; среднеквадратичное отклонение — 1,792; коэффициент вариации — 11,9%; средняя ошибка выборки — 0,226; коэффициент вариации 1,50%; конечные пределы погрешности выборки — 15,1±0,447(14,6÷15,5) мг P₂O₅; в слое 25–50 см — 13,2 мг P₂O₅; 3,746; 1,935; 12,4%; 0,244; 1,85% и 13,2±12,7÷13,7; в слое 0–50 см — 14,2 мг P₂O₅; 3,496; 1,870; 13,1%; 0,236; 1,66%; 13,8÷14,7 мг P₂O₅.

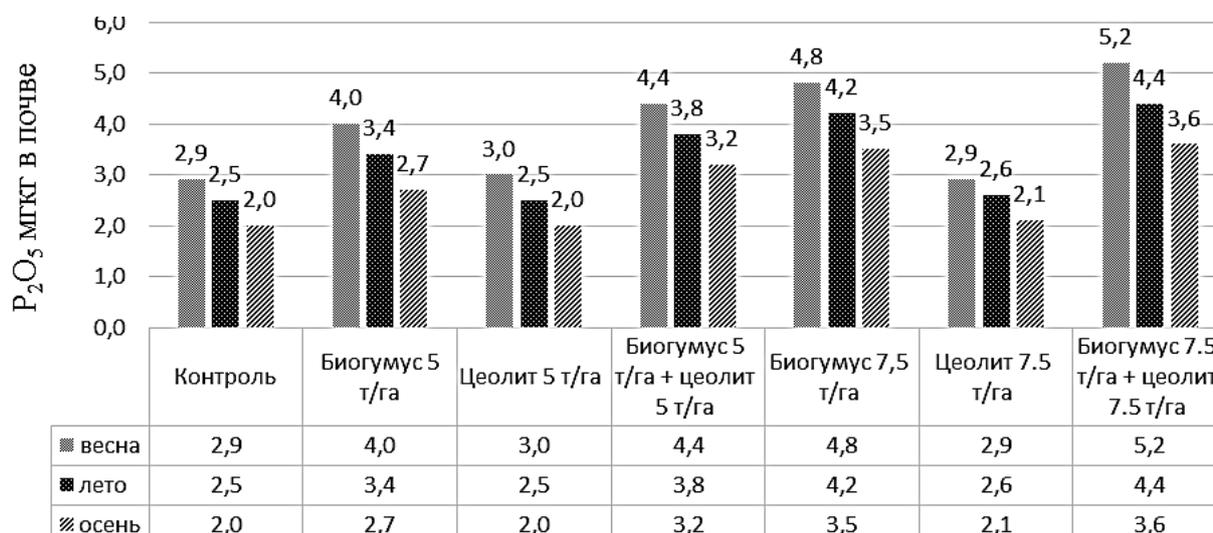


Рисунок 3. Количество подвижного фосфора в орошаемых лугово-сероземных почвах

В орошаемых лугово-сероземных почвах конечные пределы количества подвижного фосфора в слое 0–25 с вероятностью 0,95 колебались в интервалах 14,6–15,5, в слое 25–50 см 12,7–13,7 и в слое 0–50 см 13,8–14,7 мг P₂O₅.

Рассчитана дисперсия влияния биогумуса и цеолита на количество подвижного фосфора в орошаемых лугово-сероземных почвах. Полученные результаты показывают существенное изменение количества подвижного фосфора в зависимости от вариантов, что подтверждается тем, что $F_{\text{фак}} > F_{\text{кр}}$. Таким образом, внесение биогумуса и цеолита в орошаемые лугово-сероземные почвы оказало значительное влияние на количество подвижного фосфора. Это влияние было значительно заметно в вариантах биогумус и биогумус+цеолит. Содержание подвижных соединений фосфора закономерно увеличивается как от внесения минеральных удобрений, так и от применения цеолита [18].

Выводы

1. В орошаемых лугово-сероземных почвах количество нитратов изменялось в сторону уменьшения до конца развития растений; если низкое количество нитратов в начале вегетации в основном связано с поглощением их цеолитом, то на более поздних стадиях развития растений это связано с интенсивным их использованием самим растением.

2. В вариантах, где применялся только цеолит, снижение количества аммиака до конца вегетации было относительно небольшим. Главная особенность цеолита в том, что он адсорбирует аммиак и постепенно отделяет его от себя, то есть постепенно расходует. Внесение биогумуса и цеолита в орошаемые лугово-сероземные почвы, используемые под фасолью, существенно изменило в динамике количество аммиака в зависимости от фазы роста растения и норм внесения цеолита и биогумуса.

3. Результаты исследования показывают, что количество подвижного фосфора в почве было относительно высоким в начальный период развития растений, а так как к концу вегетации он интенсивно поглощался растением, количество изменялось в сторону снижения.

Список литературы:

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 491 с.
2. Бутенко М. С., Ульянова О. А. Влияние вермикомпоста на азотный режим агросерой почвы и урожайность зерновых культур // *Агрохимия*. 2019. №1. С. 11-18. <https://doi.org/10.1134/S0002188119010034>
3. Гамзиков Г. П. Прогноз обеспеченности почв азотом и потребности полевых культур в азотных удобрениях // *Инновации и продовольственная безопасность*. 2015. №3. С. 11-20. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2015--3-11-20>
4. Гафурова Л. А., Саидова М. Э. Эколого-биологическое состояние деградированных почв Приаралья // *Современные проблемы изучения почвенных и земельных ресурсов: Сборник докладов Третьей Всероссийской открытой конференции*. М., 2019. С. 231-241.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
6. Исмаилов С. Д. Эффективность биогумуса, полученного вермикультивированием, в повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур: автореф. ... канд с.-х. наук. Баку, 2001.
7. Лапа В. В., Цыбулько Н. Н. Плодородие почв Республики Беларусь: мониторинг и защита от деградации // *Агрохимия в XXI веке: Материалы Всероссийской научной конференции*. М. 2018. С. 13-17.
8. Макеева Т. Ф., Гудилина М. В. Роль Сосковского цеолита в повышении агроэкологической эффективности органических и минеральных удобрений на серых лесных почвах Орловской области // *Вестник аграрной науки*. 2008. Т. 13. №4. С. 36-39.
9. Сенкевич О. В. Влияние новых видов вермикомпоста на свойства агросерой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур // *Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тезисы докладов VII Съезда почвоведов им. В.В. Докучаева*. Ч. II. М., Белгород, 2016. С. 57-59.
10. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур. Краснодар, 2015. 181 с.
11. Титова В. И., Дабахова Е. В., Дабахов М. В. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем. Н. Новгород, 2011. 170 с.
12. Титова В. И., Забегалов Н. В. Сравнительное изучение влияния цеолита и минеральных удобрений на продуктивность зерновых культур и агрохимическую характеристику светло-серой лесной легкосуглинистой почвы // *Почвоведение и агрохимия*. 2014. №1 (52). С. 190-198.
13. Цагараева Э. А. Биологический потенциал бобовых растений и проблемы его эффективного использования в условиях Центрального Предкавказья: дисс. ... д-р биол. наук. Владикавказ, 2014. 385 с.
14. Ippolito J. A., Tarkalson D. D., Lehrsch G. A. Zeolite soil application method affects inorganic nitrogen, moisture, and corn growth // *Soil science*. 2011. V. 176. №3. P. 136-142. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e31820e4063>

15. Zheng J. et al. Influence of zeolite and phosphorus applications on water use, P uptake and yield in rice under different irrigation managements // *Agronomy*. 2019. V. 9. №9. P. 537. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090537>
16. Sneha S., Anitha B., Sahair R. A., Raghu N., Gopenath T. S., Chandrashekrappa G. K., Basalingappa M. K. Biofertilizer for crop production and soil fertility // *Academia Journal of Agricultural Research*. 2018. V. 6. №8. P. 299-306. <https://doi.org/10.15413/ajar.2018.0130>
17. Torma S., Vilcek J., Adamisin P., Huttmanova E., Hronec O. Influence of natural zeolite on nitrogen dynamics in soil // *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2014. V. 38. №5. P. 739-744. <https://doi.org/10.3906/tar-1311-13>
18. Vilcek J., Torma S., Adamisin P., Hronec O. Nitrogen sorption and its release in the soil after zeolite application // *Bulgarian journal of agricultural science*. 2013. V. 19. №2. P. 228-234.

References:

1. Arinushkina, E. V. (1962). Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. Moscow.
2. Butenko, M. S., & Ul'yanova, O. A. (2019). Vliyanie vermikomposta na azotnyi rezhim agroseroi pochvy i urozhainost' zernovykh kul'tur. *Agrokhimiya*, (1), 11-18. <https://doi.org/10.1134/S0002188119010034>
3. Gamzikov, G. P. (2015). Prognoz obespechennosti pochv azotom i potrebnosti polevykh kul'tur v azotnykh udobreniyakh. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, (3), 11-20. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2015--3-11-20>
4. Gafurova, L. A., & Saidova, M. E. (2019). Ekologo-biologicheskoe sostoyanie degradirovannykh pochv Priaral'ya. In *Sovremennye problemy izucheniya pochvennykh i zemel'nykh resursov: Sbornik dokladov Tre'tei Vserossiiskoi otkrytoi konferentsii*, Moscow. 231-241.
5. Dospikhov, B. A. (1979). Metodika polevogo opyta. Moscow.
6. Ismailov, S. D. (2001). Effektivnost' biogumusa, poluchennogo vermikul'tivirovaniem, v povyshenii plodorodiya pochv i urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: avtoref. ... kand s.-kh. nauk. Baku.
7. Lapa, V. V., & Tsybul'ko, N. N. (2018). Plodorodie pochv respubliky Belarus': monitoring i zashchita ot degradatsii. In *Agrokhimiya v XXI veke: Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii*, Moscow. 13-17.
8. Makeeva, T. F., & Gudilina, M. V. (2008). Rol' Soskovskogo tseolita v povyshenii agroekologicheskoi effektivnosti organicheskikh i mineral'nykh udobrenii na serykh lesnykh pochvakh Orlovskoi oblasti. *Vestnik agrarnoi nauki*, 13(4), 36-39. (in Russian).
9. Senkevich, O. V. (2016). Vliyanie novykh vidov vermikomposta na svoistva agroseroi pochvy i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. In *Pochvovedenie – prodovol'stvennoi i ekologicheskoi bezopasnosti strany: tezisy dokladov VII S'ezda pochvovedov im. V. V. Dokuchaeva, Ch. II. M., Belgorod*, 57-59. (in Russian).
10. Antonenko, D. A. (2015). Slozhnyi kompost i ego vliyanie na svoistva pochvy i produktivnost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Krasnodar. (in Russian).
11. Titova, V. I., Dabakhova, E. V., & Dabakhov, M. V. (2011). Agro- i biokhimicheskie metody issledovaniya sostoyaniya ekosistem. N. Novgorod. (in Russian).
12. Titova, V. I., & Zabegalov, N. V. (2014). Sravnitel'noe izuchenie vliyaniya tseolita i mineral'nykh udobrenii na produktivnost' zernovykh kul'tur i agrokhimicheskuyu kharakteristiku svetlo-seroi lesnoi legkosuglininistoi pochvy. *Pochvovedenie i agrokhimiya*, (1(52)), 190-198. (in Russian).

13. Tsagaraeva, E. A. (2014). Biologicheskii potentsial bobovykh rastenii i problemy ego effektivnogo ispol'zovaniya v usloviyakh Tsentral'nogo Predkavkaz'ya: Dissert. ... d-r biol. nauk. Vladikavkaz. (in Russian).
14. Ippolito, J. A., Tarkalson, D. D., & Lehrsch, G. A. (2011). Zeolite soil application method affects inorganic nitrogen, moisture, and corn growth. *Soil science*, 176(3), 136-142. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e31820e4063>
15. Zheng, J., Chen, T., Chi, D., Xia, G., Wu, Q., Liu, G., ... & Siddique, K. H. (2019). Influence of zeolite and phosphorus applications on water use, P uptake and yield in rice under different irrigation managements. *Agronomy*, 9 (9), 537. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090537>
16. Sneha, S., Anitha, B., Sahair, R. A., Raghu, N., Gopenath, T. S., Chandrashekrappa, G. K., & Basalingappa, M. K. (2018). Biofertilizer for crop production and soil fertility. *Academia Journal of Agricultural Research*, 6(8), 299-306. <https://doi.org/10.15413/ajar.2018.0130>
17. Torma, S., Vilcek, J., Adamisin, P., Huttmanova, E., & Hronec, O. (2014). Influence of natural zeolite on nitrogen dynamics in soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(5), 739-744. <https://doi.org/10.3906/tar-1311-13>
18. Vilcek, J., Torma, S., Adamisin, P., & Hronec, O. (2013). Nitrogen sorption and its release in the soil after zeolite application. *Bulgarian journal of agricultural science*, 19(2), 228-234.

Работа поступила
в редакцию 28.09.2022 г.

Принята к публикации
12.10.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Исакова В. Г. Влияние биогумуса и цеолита на динамику питательных веществ // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №11. С. 158-167. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/84/20>

Cite as (APA):

Isakova, V. (2022). Effect of Biohumus and Zeolite on the Dynamics of Nutrients. *Bulletin of Science and Practice*, 8(11), 158-167. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/84/20>