

УДК 631.416.2

UDC 631.416.2

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ПОДВИЖНОГО
ФОСФОРА В СИСТЕМЕ ПОЧВА –
УДОБРЕНИЯ – УРОЖАЙ**

**STUDYING THE ROLE OF MOVING
PHOSPHORUS IN THE SYSTEM OF SOIL-
FERTILIZER-HARVEST**

Теучеж Аминет Аслановна

к.б.н., ст. преп.

РИНЦ SPIN5680-1469

Кубанский государственный аграрный

университет имени И. Т. Трубилина,

Краснодар, Россия, 350044, ул. Калинина, 13

aminet.aslanovna@mail.ru

Teuchezh Aminet Aslanovna

Candi. Biol. Sci., Senior Lecturer

RSCI SPIN-code 5680-1469

Kuban State Agrarian University I.T. Trubilin

Krasnodar, Russia, 350044, Kalinina, 13

aminet.aslanovna@mail.ru

В работе приведены результаты исследования в хозяйстве ОАО «Заветы Ильича», Ленинградского района Краснодарского края, по изучению роли подвижного фосфора в почвенных образцах хозяйства, в органических удобрениях и в полученном зерне озимой пшеницы. Нами рассмотрена связь между содержанием в почве фосфора и вносимыми удобрениями и впоследствии – с качеством получаемого урожая, зерна. Чтобы получать большие урожаи сельскохозяйственных культур, в первую очередь нужно достаточное количество фосфора в доступной форме в почвах. Следующий важный этап – это использование различных удобрений (минеральных и органических) под выращиваемые культуры. Без использования удобрений невозможно возвращение важнейших для растений элементов питания, таких как фосфор, азот и натрия, в почву, так как с сельхозпродукцией выносятся питательные вещества. Какие дозы удобрений применять и выгодные формы этих удобрений, решает каждое хозяйство в зависимости от культуры, почвы, климата и экономики. Нами получены в ходе исследований следующие результаты: за 4 года среднее содержание фосфора в почвах агроландшафта в целом по хозяйству составило 27,2–31,4 мг/кг. Средние показатели фосфора в почвах полей севооборота составили 26,9, и 30,9 мг/кг. Максимальные показатели составили 115,0 мг/кг, а минимальные – около 3,0 мг/кг. Также проведены анализы по содержанию подвижного фосфора в полуперепревшем навозе свиней и КРС. Отмечен весьма значительный разрыв по содержанию фосфора, что связано со значительными различиями в их кормлении. В зерна озимой пшеницы за 4 года, содержание фосфора составили при среднем значении 3,41 г/кг; минимальные и максимальные показатели от 2,35 до 4,47 г/кг, в 2012. По сравнению с 2012 концентрация фосфора в зерне озимой пшеницы постепенно возросла к 2015, и составила 3,47 г/кг при минимальных и максимальных порогах – от 2,05 до 4,89 г/кг

The results of the study farm «Zavet Ilyicha» JSC, Leningrad district of Krasnodar region, are presented in article to study the role of rolling phosphorus in soil samples, organic fertilizers and grain output of winter wheat. We examined the relationship between the content of phosphorus in the soil and fertilizers are introduced and subsequently with the quality of the harvest of grain. To receive high harvests of crops, primarily need adequate amounts of phosphorus in soils in an accessible form. The next important step is the use of different fertilizers (mineral and organic) under crops. Without the use of fertilizers cannot return key for plants of nutrients, such as phosphorus, nitrogen and sodium in the soil, since agricultural products makes the nutrients. What dose of fertilizer use and profitable forms of these fertilizers, solves every household depending on culture, soil, climate and economy. We received during the research the following results: for 4 year average contents of phosphorus in soils of agro-landscape in General, au pairs amounted to 27.2–31.4 mg/kg. Average levels of phosphorus in the soils crop rotation fields amounted to 26.9 and 30.9 mg/kg. Maximum values amounted to 115.0 mg/kg, while the minimum is about 3.0 mg/kg. Also conducted analyses on the contents of rolling phosphorus in manure polupereprevshem pigs and cattle. Marked by a very significant gap in content of phosphorus, which is associated with significant differences in their feeding. In grain of winter wheat for 4 years, phosphorus content accounted for an average of 3.41 g/kg; minimum and maximum performance from 2.35 to 4.47 g/kg, in 2012. Compared with 2012 phosphorus concentrations in grain of winter wheat has gradually increased to 2015, and accounted for 3.47 g/kg with minimum and maximum thresholds ranging from 2.05 to 4.89 g/kg.

Ключевые слова: ПОДВИЖНЫЙ ФОСФОР, УДОБРЕНИЯ, УРОЖАЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

Keywords: MOBILE PHOSPHORUS, FERTILIZER, HARVEST OF WINTER WHEAT, FERTILIZERS, ORGANIC FERTILIZERS

Doi: 10.21515/1990-4665-127-064

Краснодарский край лидер России по выращиванию зерновых культур. Ежегодно Кубань наращивает объемы производства и бьет собственные рекорды урожайности. Кубанские аграрии стабильно выращивают высокие урожаи, в связи, с этим актуален вопрос изучения качество получаемого урожая, обеспеченность почв необходимыми элементами питания для возделываемых культур, а также видом и дозой вносимых удобрений. Мы остановились на изучении роли подвижного фосфора, одного из важнейших элементов питания для растений. Проведены исследования в трех системах: почвенных образцах, в применяемых удобрениях и в полученном урожае на наличие в них соединений фосфора.

В условиях края после органического вещества и азота наиболее дефицитным элементом питания является фосфор. Причем, фосфор выступает в качестве более дефицитного элемента питания для растений, чем азот. Значительная часть доступного фосфора почвы присутствует в органическом веществе. Когда органическое вещество исчерпывается при интенсивной обработке почвы, эрозии, а также с выносом урожая – фосфорный дефицит становится актуальной проблемой. И только применение различных фосфоросодержащих удобрений на практике помогают удовлетворить потребность растений необходимым количеством фосфора.

Почвенный фосфор, как правило, разделен на четыре категории, к которым относятся:

доступный фосфор;

«поверхностный» или адсорбированный фосфор;

органический фосфор, который находится в органическом веществе; «неподвижный» или кристаллический фосфор.

Неподвижный фосфор прочно связан с некоторыми элементами почвы и является недоступным для растений. неподвижный фосфор следует искать внутри кристаллов. Поверхностный (адсорбированный) фосфор находится на поверхности частиц почвы и кристаллов. Поверхностный фосфор легко переходит с поверхности кристалла в почвенный раствор. Поверхностный фосфор называется также активным фосфором.

Органический фосфор минерализуется микроорганизмами и ферментами в фосфат-ион, который в дальнейшем могут использовать выращиваемые культуры. Некоторые органические вещества легко минерализуются, а некоторые весьма устойчивы. Фосфор минерализованный из органического вещества становится частью адсорбированного фосфора. Органический фосфор, который устойчив к минерализации, является частью недоступного фосфора.

Запас активного, т.е. адсорбированного фосфора определяет урожайность выращиваемых культур. Текстура (механический состав) почвы влияет на количество запасов активного фосфора. Глина – химически активная часть почвы. Глина содержит алюминий и железо, которые реагируют с фосфором. В щелочных почвах известь является источником кальция, который также взаимодействует с фосфором. Глинистые почвы будут удерживать на своей поверхности фосфор гораздо лучше, чем песчаные почвы, поэтому имеют лучший фосфорный потенциал.

Корни растений поглощают фосфор в двух формах. Монофосфат-ион (PO_4^{3-}), который является преобладающим типом фосфатов в почвенном растворе при pH почвы ниже 7. При pH выше 7, преобладающей формой является дифосфат-ион ($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$). Обе эти формы также называются

ортофосфаты. Фосфорсодержащие анионы притягивают катионы кальция в щелочных почвах, а так же железо, марганец и алюминий в кислых более стойкие соединения, которые не могут раствориться в почвенной среде. Наличие этих фосфат-связывающих ионов зависит от величины рН. Концентрация этих катионов будет определять наличие фосфора в растениях. Наличие подвижного фосфора в почве непосредственно связано с растворимостью, т.е. способность растворяться в почвенном растворе характерных для различных типов фосфорсодержащих молекул. Растение переносят фосфат-ионы из почвенного раствора к своим клеткам, количество поступившего фосфора зависит от коэффициента растворимости его в почвенном растворе. Быстрота пополнения запасов фосфора в почвенном растворе зависит от растворимости фосфатов.

В щелочных почвах растворимость фосфора зависит от количества кальция, находящегося в ней. В кислых почвах одним из растворимых соединений фосфатов кальция наиболее доступным является монофосфат кальция. В кислых почвах также растворяются ионы марганца, алюминия и железа. Идеальный рН для наличия фосфора составляет от 5,6 до 7,2.

Норму фосфорных удобрений рекомендуется обосновать, сначала сделав анализ на наличие фосфора в почве, в зависимости от ее кислотности.

Наиболее важное значение при корректировке рекомендуемых норм различных удобрений под сельскохозяйственные культуры имеет уровень эффективного плодородия, то есть содержание в почве подвижного фосфора, обменного калия, гумуса и других агрохимических показателей. Такие явления как выветривание и выщелачивание снижают плодородие почв. Плодородие пахотных почв в основном снижается в первые несколько лет обработки. Если рассматривать физические свойства почв то большинство почв имеют малую мощность или низкую порозность, это ограничивает их продуктивность. При выращивании на таких почвах

растения образуют урожай меньше, чем на плодородных почвах. Невозможно получать одинаковые урожаи на почвах с разным потенциальным плодородием. Целесообразно вносить высокие дозы удобрений на тех почвах, которые имеют высокое потенциальное, но низкое эффективное плодородие [9, 12, 15].

Согласно последним агрохимическим обследованиям 21% пахотных земель имеют низкую и очень низкую обеспеченность фосфором, 55% среднюю, 19% повышенную и 5% высокую.

Сколько фосфорных удобрений применять зависит от многих факторов. Наиболее важными из них являются:

- количество фосфора вынесенного с урожаем;
- наличие фосфора в почве.

Какие наиболее выгодные формы и дозы определяются еще видами выращиваемых культур, климатом, экономикой и организацией земледелия. Вносимые различные удобрения едва ли будут выгодными, если растение под которое его применяют, не отзывается на них. Различные культуры различаются по их способности реагировать на фосфорсодержащие удобрения, это становится видно после уборки урожая по выносу фосфора. При уборке урожая сельскохозяйственных культур нарушается естественный круговорот, это мешает возвращению элементов питания, которые поглощены растениями в их основной источник – почвенную среду [1, 3, 7].

Применяемые в сельском хозяйстве фосфорные удобрения делятся на водорастворимые виды: суперфосфат и двойной суперфосфат, а также сложные удобрения – аммофос, диаммофос, нитроаммофоска. При применении различных видов удобрений нужно обращать внимание на природоохранные аспекты проблемы фосфорного питания. С фосфорными удобрениями в почвенную среду попадают токсические элементы, которые малоподвижны в почве [4, 6, 8].

Изучению вопроса влияния различных удобрений (минеральных и органических) на динамику подвижных соединений фосфора в почвенной среде посвящено очень много работ [11, 13].

В хозяйстве ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района нами проведены площадные съемки по определению количества подвижного фосфора в почвах агроландшафта. Были отобраны почвенные образцы в целом по хозяйству и в полях севооборота, и определено в них содержание подвижного фосфора. Полученные результаты проанализированы (таблица 1).

Таблица 1 – Концентрации подвижного фосфора в почвенных образцах, мг/кг

| Показатель | Поля севооборота | Общее по хозяйству |
|----------------------|------------------|--------------------|
| 2010г. | | |
| Среднее значение | 26,9 | 27,2 |
| Минимум | 6,5 | 8,5 |
| Максимум | 60,5 | 59,0 |
| Стандартная ошибка | 1,5 | 1,4 |
| Коэффициент вариации | 45,0 | 41,2 |
| 2015г. | | |
| Среднее значение | 30,9 | 31,4 |
| Минимум | 3,0 | 3,0 |
| Максимум | 112,0 | 115,0 |
| Стандартная ошибка | 0,8 | 0,7 |
| Коэффициент вариации | 51,5 | 53,1 |

В почвах исследуемого хозяйства нами рассчитана масса подвижного фосфора. В 2010–2015 гг. среднее содержание фосфора в почвах агроландшафта в целом по хозяйству составило 27,2–31,4 мг/кг. По изучаемому элементу в почвенных образцах полей севооборота среднее значение варьировало от 26,9 до 30,9 мг/кг; максимальные и минимальные концентрации зафиксированы в 2015 году – 115,0 и –3,0 мг/кг.

Из всех традиционных удобрений, используемых на сегодняшний день в сельском хозяйстве наиболее выгодны органические удобрения. Их

применение имеет большое значение для повышения урожая выращиваемых сельскохозяйственных культур. К ним относят навоз, навозную жижу, торф, фекалий, птичий помет, компосты, различные отходы, зеленые удобрения, городские отходы и т. д. Органические удобрения называют полными и они служат важным источником питательных веществ для растений, обеспечивая их макро- и микроэлементами ($N - 5\%$, $P_2O_5 - 2,5\%$, $K_2O - 6\%$, $CaO - 7\%$, $S - 1,2\%$). В 50 т навоза содержится питательных веществ до 6,2 ц простого суперфосфата, 5 ц хлористого калия, 7,5 ц аммиачной селитры. Органические удобрения являются важным источником минеральных питательных веществ, а также углекислоты. Эти удобрения разлагаются в почве под влиянием микроорганизмов с выделением значительного количества углекислоты, насыщающей почвенный воздух и подземный слой атмосферы с улучшением воздушного питания растений. Развитие надземной массы растений повышает содержание углекислоты в приземном слое воздуха, что способствует высоким урожаям культур (Антоненко и др., 2015).

Простые удобрения объективно функционируют в почвенном покрове по времени относительно короткий срок – от нескольких недель до 2–4 месяцев. Особенно это касается азотных и калийных удобрений (Муравьев и др., 2008). Использование сложных одно- или двух замещённых минеральных удобрений (аммофос и другие смеси) существенно улучшает их химию и биологию использования. Органические вещества, действия которых удлиняются до 3–х лет, значительно эффективнее по сравнению с простыми и сложными минеральными удобрениями [16, 18, 20].

В основном в исследуемом хозяйстве в качестве органического удобрения для сельскохозяйственных угодий используется навоз, поэтому было важно провести анализ отходов с рассматриваемых ферм.

Навоз – это твердые и жидкие экскременты животных в смеси с подстилкой (солома, торф); полное удобрение, содержит N и все элементы зольной пищи. В 1 т полуперепревшего навоза содержится 2,5 P₂O₅, 5 кг N, и 6 кг K₂O. В состав навоза входит органическое вещество, внесение которого улучшает физические и химические свойства почвы, развитие почвенных микроорганизмов. Количество и качество навоза зависит от вида животных, их кормления и подстилки. Навоз конский и овечий содержит меньше влаги и больше K₂O и N, чем навоз КРС и свиней. Эффективность навоза зависит от способов его приготовления, хранения и внесения в почву. В хорошо уплотненных штабелях в навозохранилище азота теряется меньше, чем в бесформенных кучах (Белюченко, 2010).

В исследуемом хозяйстве ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района, две фермы: МТФ – здесь выращивают около 1000 голов, и свиноводческая ферма, здесь примерно поголовье свиней 2 500 голов. На исследуемых объектах были отобраны образцы навоза и проанализированы методами биотестирования пробы на наличие в них общего фосфора [17, 19, 20].

Содержание фосфора в полуперепревшем навозе свиней варьирует от 4,2 до 4,7 %, средний показатель равен 4,6 %. Концентрация фосфора в полуперепревшем навозе КРС колеблется от – 2,4 до 2,7 %, при среднем значении 2,5%. Из полученных результатов виден очень большой разрыв в концентрации фосфора в навозе разных животных. Это можно объяснить различным рационом животных исследуемого хозяйства (таблица 2).

Таблица 2 – Концентрации общего фосфора в различных видах навоза, % сухой продукт.

| Виды навоза | Максимум | Минимум | Среднее значение |
|---------------------------|----------|---------|------------------|
| Молочно-товарная ферма | | | |
| Полуперепревший навоз КРС | 2,7 | 2,4 | 2,5 |
| Свиноводческая ферма | | | |
| Полуперепревший навоз СТФ | 4,7 | 4,2 | 4,6 |

Благодаря многогранной роли фосфора в жизни растений фосфатным питанием можно регулировать некоторые биохимические процессы в растительном организме. Хорошая обеспеченность выращиваемых сельскохозяйственных культур фосфором особенно положительно сказывается на образовании репродуктивных органов, например зерна у хлебных злаков. Если достаточно фосфора масса полученного зерна в урожае выращиваемых культур больше и качество значительно лучше [12, 10, 20].

Доминирующее положение из сельскохозяйственных культур на Кубани занимают зерновые: ячмень, пшеница, кукуруза. Достаточная обеспеченность растения изучаемым элементом питания способствует формированию хорошо развитой корневой системы. Это, в свою очередь, ведет к лучшему использованию пищи и воды из почвы, а в конечном итоге способствует получению более высоких урожаев [15, 16].

Фосфор потребляется пшеницей в течение всей вегетации. Поскольку фосфор является основным конституционным элементом клетки, он необходим растению в течение всего периода роста. Но в начале своего развития пшенице нужно немного фосфора. Для дальнейшего развития, в период от начала выхода в трубку до цветения понадобится больше фосфора, что связано с интенсивным формированием в это время генеративных органов [13, 19].

Признаком фосфорного голодания служит появление красно-фиолетового оттенка в окраске листьев. При отсутствии фосфора происходит их отмирание. При недостатке подвижного фосфора в питательной среде ухудшается использование важного элемента азота, синтез белков, нарушается обмен веществ, замедляется рост растений, что приводит к недобору получаемого урожая. Если мы получаем урожай 30–35 ц/га с соответствующим количеством соломы, она выносит около 40–45

кг фосфора с гектара. Для получения 1 ц/га требуется наличие в почве не менее 1,2 кг фосфора, 3 кг азота и 2,5 калия [4, 8].

Так как основные сельскохозяйственные культуры выращиваемые в исследуемом хозяйстве зерновые имело смысл анализа зерна озимой пшеницы. Мы проводили химический анализ полученной продукции (зерно озимой пшеницы) в исследуемом хозяйстве в период с 2012 по 2015 г. Полученные нами результаты обработаны и отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Концентрация фосфора в зерне озимой пшеницы за 4 года г/кг

| Годы | Максимум | Минимум | Среднее значение | Стандарт.ошибка | Коэффициент вариации,% |
|------|----------|---------|------------------|-----------------|------------------------|
| 2012 | 4,47 | 2,35 | 3,41 | 0,01 | 48,41 |
| 2013 | 4,71 | 2,15 | 3,43 | 0,02 | 59,82 |
| 2014 | 4,40 | 2,50 | 3,45 | 0,03 | 62,35 |
| 2015 | 4,89 | 2,05 | 3,47 | 0,05 | 68,21 |

Из таблицы видно, что по изучаемому показателю фосфору минимальные и максимальные пороги составили от 2,35 до 4,47 г/кг в 2012 г, при среднем значении 3,41 г/кг. По сравнению с 2012 концентрации фосфора в зерне озимой пшеницы постепенно возросли к 2015 г, и составили 3,47 г/кг при минимальных и максимальных порогах от 2,05 до 4,89 г/кг.

В заключении можно сделать вывод, что проведенные нами исследования подтверждают значимость роли подвижного фосфора в почвенной системе – в применяемых удобрениях – и в качестве полученного урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алифиров М. Д. Влияние посевов и органических удобрений на трансформацию азота в черноземе выщелоченном / М. Д. Алифиров, И. С. Белюченко, Г. В. Волошина и др.// Тр. КубГАУ. – № 5 (9).–2007. – С.79–85.
2. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на агрегатный состав и водно-воздушные свойства чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Почвоведение. – 2015.– № 7. – С. 858–864.

3. Белюченко И. С. К вопросу о функциональной устойчивости почвенного покрова агроландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 4. – С. 79–89.
4. Белюченко И. С. Вопросы защиты почв в системе агроландшафта [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.– Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 95. – С.232–241.
5. Белюченко И. С. Влияние рекреационных нагрузок на содержание почвенного гумуса / И. С. Белюченко, В. Г. Щербина // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2008. – № 10. – С. 93–96.
6. Белюченко И. С. Сложный компост и круговорот азота и углерода в агроландшафтных системах [Электронный ресурс] / И.С. Белюченко // Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С.160–180.
7. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 41–47.
8. Белюченко И. С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов. Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах /И.С. Белюченко // Матер. междунар. науч.-практ. конф. Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – 2014. – С. 41–47.
9. Белюченко И. С. Влияние внесения органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В.В. Гукалов // Тр.КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 32. – С. 69–71.
10. Белюченко И. С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В.В. Гукалов // Тр.КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 88–90.
11. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на физические свойства почвенного покрова [Электронные ресурсы] Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 95. – С. 275–294.
12. Белюченко И.С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронный ресурс] // Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
13. Белюченко И. С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани [Электронные ресурсы] Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 522–551.
14. Белюченко И.С. Экологические аспекты совершенствования функционирования агроландшафтных систем Краснодарского края / И.С. Белюченко, А.В. Смагин, В.Н. Гукалов и др. // Тр. КубГАУ. – 2010. – Т.1. – № 26. – С. 33–37.
15. Белюченко И.С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта: монография / И.С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262с.
16. Воронин А. Д. Основы физики почв / А. Д. Воронин. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1986. – С. 244.
17. Попова Т. В. Особенности распределения тяжелых металлов в корнеобитаемом слое чернозема обыкновенного в разных местообитаниях / Т. В.

Попова, В.Н. Гукалов, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 1. – С. 24–26.

18. Теучеж А. А. Влияние рельефа на физические и химические свойства верхнего слоя чернозема обыкновенного / А.А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 88–93.

19. Теучеж А. А. Влияние почвенного профиля на распределение подвижного фосфора в черноземе обыкновенном / А.А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 72–79.

References

1. Alifirov M. D. Vlijanie posevov i organicheskikh udobrenij na transformaciju azota v chernozeme vyshhelochennom / M. D. Alifirov, I. S. Beljuchenko, G.V. Voloshina i dr.// Tr. KubGAU. – № 5 (9).–2007. – S.79–85.

2. Beljuchenko I. S. Vlijanie slozhного komposta na agregatnyj sostav i vodno-vozdushnye svojstva chernozema obyknovenного / I. S. Beljuchenko, D. A. Antonenko // Pochvovedenie. – 2015. – № 7. – S. 858–864.

3. Beljuchenko I. S. K voprosu o funkcional'noj ustojchivosti pochvenного pokrova agrolandshaftov / I. S. Beljuchenko // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2014. – Т.10. – № 4. – S. 79–89.

4. Beljuchenko I. S. Voprosy zashhity pochv v sisteme agrolandshafta [Jelektronnyj resurs] / I.S. Beljuchenko // Politicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvenного agrarnого universiteta.– Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 95. – S.232–241.

5. Beljuchenko I. S. Vlijanie rekreacionnyh nagruzok na sodержanie pochvenного gumusa / I. S. Beljuchenko, V. G. Shherbina // Tr. KubGAU. – Krasnodar, 2008. – № 10. – S. 93–96.

6. Beljuchenko I. S. Slozhnyj kompost i krugovorot azota i ugleroda v agrolandshaftnyh sistemah [Jelektronnyj resurs] / I.S. Beljuchenko // Politicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvenного agrarnого universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 97. – S.160–180.

7. Beljuchenko I. S. Prakticheskie osnovy ispol'zovanija othodov promyshlennosti i sel'skogo hozjajstva v kachestve melioranta chernozema obyknovenного / I. S. Beljuchenko, V. N. Gukalov // Tr. KubGAU. – Krasnodar, 2011. – № 31. – S. 41–47.

8. Beljuchenko I. S. Organicheskie i mineral'nye othody proizvodstva kak syr'evaja osnova slozhnyh kompostov. Perspektivy i problemy razmeshhenija othodov proizvodstva i potreblenija v agrojekosistemah /I. S. Beljuchenko // Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Nizhegorodskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija. – 2014. –S. 41–47.

9. Beljuchenko I. S. Vlijanie vnesenija organomineral'nogo komposta na plotnost' slozhenija i poroznost' chernozema obyknovenного / I.S. Beljuchenko, D. A. Slavgorodskaja, V.V. Gukalov // Tr.KubGAU. – Krasnodar, 2011. – № 32. – S. 69–71.

10. Beljuchenko I. S. Vlijanie organomineral'nogo komposta na plotnost' slozhenija i poroznost' chernozema obyknovenного / I.S. Beljuchenko, D.A. Slavgorodskaja, V. V. Gukalov // Tr.KubGAU. – Krasnodar, 2012. – № 34. – S. 88–90.

11. Beljuchenko I. S. Vlijanie slozhного komposta na fizicheskie svojstva pochvenного pokrova [Jelektronnye resursy] Politicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvenного agrarnого universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 95. – S. 275–294.

12. Beljuchenko I. S. Slozhnyj kompost kak vazhnyj istochnik obogashhenija pochvenного pokrova pitatel'nymi veshhestvami [Jelektronnyj resurs] // Politicheskij setevoj

jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 97. – S. 203–223.

13. Beljuchenko I.S. Jekologicheskie osnovy funkcionirovanija smeshannyh posevov v agrolandshaftah Kubani [Jelektronnye resursy] Politicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 101. – S. 522–551.

14. Beljuchenko I. S. Jekologicheskie aspekty sovershenstvovanija funkcionirovanija agrolandshaftnyh sistem Krasnodarskogo kraja / I.S. Beljuchenko, A.V. Smagin, V. N. Gukalov i dr. // Tr. KubGAU. – 2010. – T.1. – № 26. – S. 33–37.

15. Beljuchenko I. S. Sovmeshhennye posevy v sevooborote agrolandshafta: monografija / I.S. Beljuchenko. – Krasnodar, 2016. – 262s.

16. Voronin A. D. Osnovy fiziki pochv /A. D. Voronin. – M.: Izd-vo Mosk. Un-ta, 1986. – S. 244.

17. Popova T. V. Osobennosti raspredelenija tjazhelyh metallov v korneobitaemom sloe chernozema obyknovennogo v raznyh mestoobitanijah / T. V. Popova, V. N. Gukalov, I. S. Beljuchenko // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2010. – T. 6. – № 1. – S. 24–26.

18. Teuchezh A. A. Vlijanie rel'efa na fizicheskie i himicheskie svojstva verhnego sloja chernozema obyknovennogo / A. A. Teuchezh // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2017. – T. 13. – № 1. – S. 88–93.

19. Teuchezh A. A. Vlijanie pochvennogo profilja na raspredelenie podvizhnogo fosfora v chernozeme obyknovennom / A. A. Teuchezh // Jekol. Vestnik Sev. Kavkaza. – 2017. – T. 13. – № 1. – S. 72–79.