

properties isolated from the microbiocenoses of chernozem podzolized with an organic cropping system. Positive impact of the strains on the growth and development of the winter rye seeds under the early phase of the ontogenesis was observed. It was determined that the inoculation of infected by fungi maize seeds, resulted in, a stimulating effect on the seed germination. Length of roots was higher by 76.5 % with using strain 523, and by 18,4 % under the effect of strain 235 compared with the control.

Поступила 09.09.14

УДК 631.86:631:452

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ И МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

О.В. Повх

*Полесская опытная станция Национального научного центра
«Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»,
г. Луцк, Украина*

ВВЕДЕНИЕ

Дерново-подзолистые супесчаные почвы характеризуются однородностью минералогического состава с преобладанием кварца, вследствие чего для них характерны: значительная водопроницаемость почвенного профиля, невысокая буферная способность и бедность почвообразующих пород элементами минерального питания (в частности магнием и кальцием). Такие их характеристики, как слабая поглощающая способность по отношению к обменным катионам, неустойчивая структура почвы и, как следствие, ее склонность к заплыванию, в свою очередь обуславливают их низкую микробиологическую активность. С целью повышения плодородия этих почв и получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур рекомендуется систематическое внесение органических и минеральных удобрений [1].

Внесение традиционных видов органических удобрений в необходимом количестве представляется затруднительным ввиду недостаточно развитого в Украине животноводства (поголовье крупного рогатого скота в 2013 г. составляло лишь 4971,3 тыс. голов в сравнении с 9243 тыс. голов в 2001 г.) [2]. В связи с этим возникает необходимость вовлечения в сельскохозяйственный оборот дополнительных сырьевых ресурсов местного значения (куриный помет, сапропель, солома, торф, отходы промышленности, сидераты и др.), путем изготовления ферментированных удобрений.

Биотермическая ферментация органического сырья имеет ряд преимуществ над обычным компостированием, а именно: менее длительный период приго-

товления (7–10 дней), возможность контроля и регулирования температуры и аэрации, влажности и дисперсности смеси, регламентированное количество питательных веществ, а также соотношение между углеродом и азотом [3]. Научными исследованиями доказано, что применение ферментированных удобрений способствует повышению всхожести и энергии прорастания семян; стимулирует клубнеобразование, рост и развитие культур; повышает их иммунитет к различным заболеваниям; уменьшает содержание нитратов в плодоовощной продукции; приостанавливает поступления тяжелых металлов и радионуклидов в растения [4, 5]. Установлено, что под влиянием органических ферментированных удобрений различного компонентного состава улучшается питательный режим дерново-подзолистых почв, происходит накопление органического вещества, минерального азота, подвижного фосфора и калия, снижается кислотность почвенного раствора и повышается микробиологическая активность [6, 7, 8].

С целью уменьшения экономических расходов на применение органических и минеральных удобрений в современных условиях агропроизводства целесообразным является использование микробных препаратов, которые за счет фиксации атмосферного азота, мобилизации почвенного фосфора и активизации инокулированными растениями элементов питания позволяют снизить потребность растений в удобрениях. Таким образом, применение микробных препаратов в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур является эффективной мерой, позволяющей одновременно повысить продуктивность растений и качество их урожая, сохранить естественное плодородие почв и экологическое равновесие окружающей среды [9].

Цель наших исследований – установление влияния органического ферментированного удобрения (ОФУ) и микробного препарата Азотер на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2012–2014 гг. в полевом опыте в условиях Западного Полесья Украины на сельскохозяйственных угодьях Велимченского сельского совета Ратновского района Волынской области. Объектом исследования была дерново-подзолистая супесчаная почва со следующими агрохимическими характеристиками пахотного слоя (в среднем по вариантам): $\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,4$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 96,3$ мг/кг, $\text{K}_2\text{O} - 74,5$ мг/кг, $\text{N-NO}_3^- - 23,5$ мг/кг, $\text{N-NH}_4^+ - 14,6$ мг/кг почвы, содержание гумуса – 1,55 %. Культура – морковь столовая сорт Гигант.

Для определения наиболее оптимальной системы удобрения моркови в схеме исследований было предусмотрено одностороннее внесение органического ферментированного удобрения (полной нормы), интегрированное его применение (половиной нормы) с препаратом Азотер и использование препарата на фоне азотных удобрений. Исходя из рекомендованной для зоны Западного Полесья Украины нормы действующего вещества азотных удобрений было внесено эквивалентное количество азота в виде органических удобрений. Нормы внесения составляли: 18 т/га перегноя и 11 т/га ферментированного удобрения. Схема опыта включала следующие варианты:

1. Без удобрений (контроль); 2. $\text{N}_{100}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ (рекомендованная доза); 3. Перегной – 18 т/га (1,0 дозы от содержания N в варианте 2); 4. Органическое фер-

ментированное удобрение – 5,5 т/га (0,5 дозы от содержания N в варианте 2); 5. Органическое ферментированное удобрение – 5,5 т/га + Азотер; 6. Органическое ферментированное удобрение – 5,5 т/га + Азотер + N₃₀; 7. Органическое ферментированное удобрение – 11 т/га (1,0 дозы от содержания N в варианте 2); 8. Азотер + N₃₀.

Размещение участков в опыте систематическое. Общая площадь участка – 21 м², учетная – 9,0 м². Повторность вариантов – 3-кратная.

Исследуемое органическое удобрение изготовлено путем ферментации торфа и куриного помета. Химический состав ферментированного удобрения (в расчете на сухое вещество) следующий: N – 1,82%, P₂O₅ – 1,70%, K₂O – 1,06 %; перегноя – N – 1,20%, P₂O₅ – 0,82 %, K₂O – 1,24 %.

Микробиологический препарат Азотер создан на основании бактерий *Azotobacter chroococcum* (1,54*10¹⁰ КОЕ в см³), *Azospirillum brasilense* (2,08*10⁹ КОЕ в см³), *Bacillus megatherium* (1,58*10⁸ КОЕ в см³), кроме этого в его состав входят гетероауксины, гиббереллины и витамины группы В.

Внесение препарата производили одновременно с предпосевной обработкой с последующим запахиванием в почву, норма расхода препарата составляла 10 л/га. Для активизации деятельности микроорганизмов, и поддержания роста растений в начальные периоды развития, вместе с препаратом были внесены «стартовые» дозы азота – N₃₀.

Минеральные удобрения в виде аммиачной селитры (N – 34,4 %), суперфосфата гранулированного (P₂O₅ – 19,0 %) и калимагнезии (K₂O – 26,0 %) вносили под основную обработку почвы.

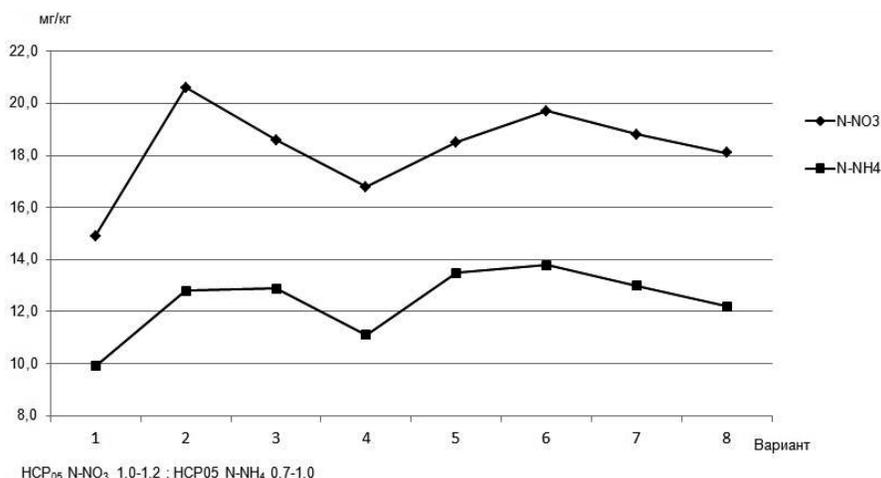
Отбор образцов почвы осуществлялся перед закладкой полевых исследований и после сбора урожая (слой 0–20 см) согласно ДСТУ ISO 11464. В почвенных образцах определяли основные агрохимические показатели по общепринятым методикам: содержание гумуса – по методу И.В. Тюрина – согласно ДСТУ 4289; содержание аммонийного и нитратного азота – согласно ДСТУ 4729; рН_{KCl} – согласно ДСТУ ISO 10390; содержание подвижных соединений фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ННЦ ИПА – согласно ДСТУ 4405.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием стандартных компьютерных программ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате наших исследований установлено, что применение органического ферментированного удобрения и микробного препарата Азотер улучшает агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, увеличивает содержание минеральных форм азота, подвижного фосфора и обменного калия.

Из различных форм азота в почве именно аммонийная и нитратная формы оказывают решающее влияние на режим питания растений. Также запасы азота в значительной степени зависят от плодородия почвы, условий окружающей среды и значительно варьируют в результате применения удобрений. В результате исследования систем удобрения было установлено их прямое влияние на содержание минерального азота в почве (рис. 1).



Примечание. 1. Без удобрений (контроль); 2. N₁₀₀P₆₀K₁₂₀; 3. Перегной – 18 т/га; 4. ОФУ – 5,5 т/га; 5. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер; 6. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер + N₃₀; 7. ОФУ – 11 т/га; 8. Азотер + N₃₀.

Рис. 1. Изменение содержания минеральных форм азота под влиянием органического ферментированного удобрения и микробного препарата (слой 0–20 см, в среднем за 2012–2014 гг.)

Так, при применении половинной нормы ферментированного удобрения (5,5 т/га) в сочетании с микробным препаратом на фоне аммиачной селитры, содержание нитратного азота в пахотном составляло 19,7 мг/кг, аммонийного – 13,8 мг/кг. Это превышало значения контрольного варианта, и существенно не отличалось от значений, полученных при использовании минеральной системы удобрения.

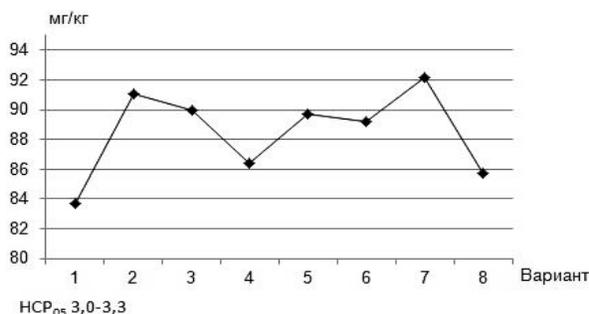
В результате использования такого агроприема, но без дополнительного внесения азотных удобрений, содержание нитратного азота составляло 18,5 мг/кг, аммонийного – 13,5 мг/кг, что превышало значения на контрольном варианте. Эффективность сочетания органического ферментированного удобрения и микробного препарата обусловлена наличием в составе последнего бактерий рода *Azotobacter chroococcum*, которые кроме обогащения почвы азотом из-за фиксации из атмосферного воздуха, способствуют интенсивному разложению органических веществ, ускоряя при этом его переход в аммонистную форму.

При обработке почвы препаратом Азотер с дополнительным внесением N₃₀ также наблюдалось фиксируемое увеличение минеральных форм азота. Самостоятельное применение органического ферментированного удобрения (11 т/га) гарантировало увеличение N-NH₄⁻ на 3,1 мг/кг, N-NO₃⁺ – на 3,9 мг/кг, что существенно отличалось от значений, полученных при внесении эквивалентной по количеству азота дозы перегноя.

Характерной особенностью фосфора является его быстрое поглощение, поэтому растения используют фосфаты не из удобрений, а из соединений, которые образовались в результате взаимодействия удобрений и почвы [10]. Как утверждает А.И. Мельник (2009), фосфатная емкость в дерново-подзолистой почве в целом невысокая, что и объясняет относительно быстрое накопление подвижных форм

этого элемента в почвенном растворе при интенсивном применении удобрений и довольно быстрое снижение его содержания в случае их отсутствия [11].

Согласно нашим исследованиям, в условиях применения полной нормы органического ферментированного удобрения содержание подвижного фосфора по сравнению с контрольным вариантом повысилось на 8,5 мг/кг (слой 0–20 см). Комплексное применение ферментированного удобрения и препарата Азотер также способствовало существенному накоплению P_2O_5 в пахотном слое почвы – показатели его содержания составляли 89,7 мг/кг, и 89,2 мг/кг в случае дополнительного внесения азотных удобрений (рис. 2). Положительное действие ферментированного удобрения на фосфотный режим почвы связано с высоким содержанием в нем фосфора (1,70 %), а также наличием в его составе активных органических кислот (особенно в торфе, который является основным компонентом). Данные органические субстанции повышают уровень биологической активности почвы и, тем самым, способствуют превращению труднорастворимых форм почвенных соединений в растворимые формы. Положительное действие микробного препарата на содержание фосфора в почве связано с тем, что один его миллилитр содержит сотни миллионов микроорганизмов *Bacillus megatherium*, которые способствуют увеличению подвижности соединений фосфора.



Примечание. 1. Без удобрений (контроль); 2. $N_{100}P_{60}K_{120}$; 3. Перегной – 18 т/га; 4. ОФУ – 5,5 т/га; 5. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер; 6. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер + N_{30} ; 7. ОФУ – 11 т/га; 8. Азотер + N_{30} .

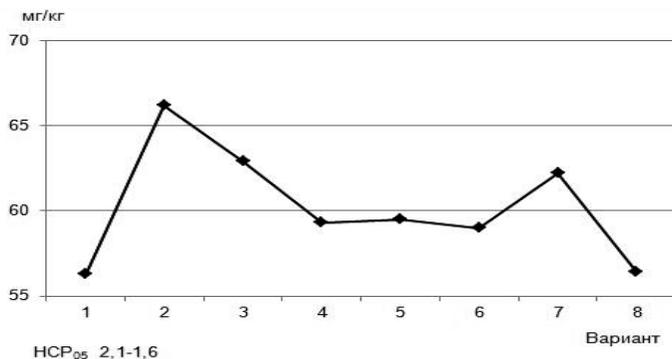
Рис. 2. Изменение содержания подвижных форм фосфора под влиянием органического ферментированного удобрения и микробного препарата (слой 0–20 см, в среднем за 2012–2014 гг.)

Установлено, что применение препарата Азотер на фоне N_{30} увеличивало содержание подвижного фосфора в почве на 2,0 мг/кг. Несмотря на тот факт, что самостоятельное применение микробного препарата не способствовало существенному накоплению фосфора в почве, происходила частичная компенсация фосфора, выносимого вместе с растениями.

Калий в дерново-подзолистых почвах выступает как элемент питания во втором (после азота), а иногда и в первом минимуме. Содержание калия в почвах определяется их гранулометрическим составом, а в окультуренных супесчаных почвах также зависит от количества вносимых удобрений [12].

Согласно нашим исследованиям самое высокое содержание калия в пахотном слое почвы (66,2 мг/кг) зафиксировано при использовании традиционной минеральной системы удобрения (рис. 3). Однако, при внесении ферментированного удобрения (11 т/га) содержание подвижного калия находилось на уровне 62,2 мг/кг,

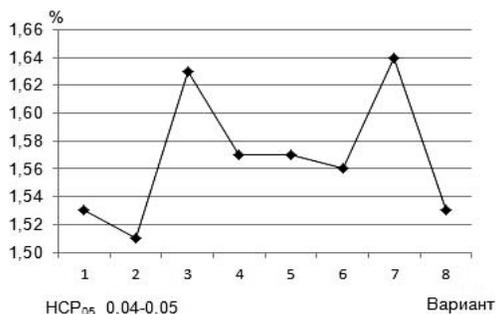
что также превышало значения, полученные на контрольном варианте. При сочетании ОФУ и препарата Азотер наблюдалось менее эффективное накопление K_2O в пахотном слое почвы. Содержание калия составляло 59,5 мг/кг и 59,0 мг/кг (при дополнительном внесении азотных удобрений), что все же существенно превышало его количество на участке без внесения удобрений. Использование препарата на фоне N_{30} не гарантировало достоверного увеличения обменного калия.



Примечание. 1. Без удобрений (контроль); 2. $N_{100}P_{60}K_{120}$; 3. Перегной – 18 т/га; 4. ОФУ – 5,5 т/га; 5. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер; 6. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер + N_{30} ; 7. ОФУ – 11 т/га; 8. Азотер + N_{30} .

Рис. 3. Влияние органического ферментированного удобрения и микробного препарата на содержание подвижного калия в почве (слой 0–20 см, в среднем за 2012–2014 гг.)

Трансформация органического вещества в почве имеет четкую зависимость от системы применения удобрений. Существует мнение, что интенсивное использование земель в сельском хозяйстве сопровождается снижением содержания гумуса в почвах, а внесение органических удобрений является залогом его накопления [13]. Результатами наших исследований подтверждено положительное действие органического ферментированного удобрения на общее содержание гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве (рис. 4). При использовании 11 т/га ОФУ содержание гумуса составляло 1,64 % (слой 0–20 см), что на 0,11 % превышает вариант без применения удобрений, и на 0,01 % выше, чем при внесении перегноя.



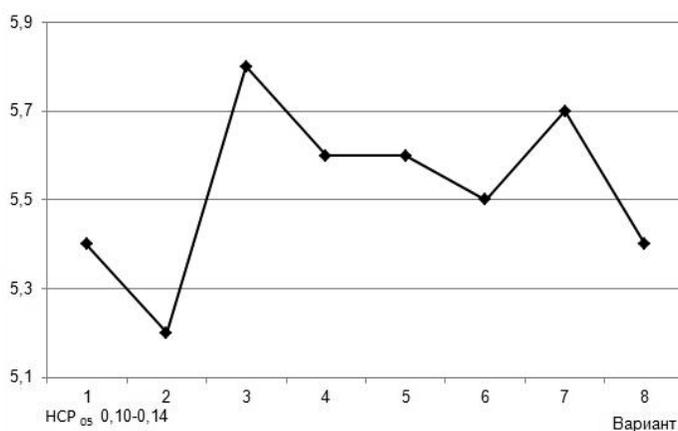
Примечание. 1. Без удобрений (контроль); 2. $N_{100}P_{60}K_{120}$; 3. Перегной – 18 т/га; 4. ОФУ – 5,5 т/г; 5. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер; 6. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер + N_{30} ; 7. ОФУ – 11 т/га; 8. Азотер + N_{30}

Рис. 4. Влияние органического ферментированного удобрения и микробного препарата на содержание гумуса в почве (слой 0–20 см, в среднем за 2012–2014 гг.)

Применение половинной нормы ферментированного удобрения в комплексе с препаратом Азотер было менее эффективным, но все же способствовало увеличению содержания гумуса на 0,03–0,04 %.

Хотя эти значения и не существенно превышали вариант без внесения удобрений, можно предположить, что в случае систематического применения такого агроприема при бездефицитном балансе элементов питания можно получить положительный прогноз относительно накопления гумуса в почве. Использование минеральных удобрений вызвало снижение содержания гумуса на 0,02 %, а применение препарата Азотер вместе с азотными удобрениями не оказало заметного влияния на гумусное состояние почвы.

Весомым показателем плодородия почвы, со значительным влиянием на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур является реакция почвенной среды. Вследствие биохимического разложения органических остатков и внесения минеральных удобрений ее значение постоянно меняется. По результатам проведенных исследований, отмечено незначительное подкисление почвенного раствора в пахотном слое почвы при внесении минеральных удобрений (рис. 5).



Примечание. 1. Без удобрений (контроль); 2. $N_{100}P_{60}K_{120}$; 3. Перегной – 18 т/га; 4. ОФУ – 5,5 т/га; 5. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер; 6. ОФУ – 5,5 т/га + Азотер + N_{30} ; 7. ОФУ – 11 т/га; 8. Азотер + N_{30} .

Рис. 5. Изменение реакции почвенного раствора под влиянием различных систем удобрения (слой 0–20 см, в среднем за 2012–2014 гг.)

Применение полной нормы ферментированного удобрения способствовало смещению реакции почвенного раствора на 0,4 единицы в сторону нейтрализации (слой 0–20 см). Существенно повысился показатель рН и при сочетании 5,5 т/га удобрения с препаратом Азотер, где его значение составляло 5,6 единиц. Положительное действие ферментированного удобрения на кислотность почвенного раствора обусловлено наличием в его составе кальция (не менее 1,8 %) и значительной части органического вещества (не менее 55 %). При обработке почвы микробным препаратом Азотер на фоне минеральных удобрений этот показатель не изменялся.

ВЫВОДЫ

Подводя итоги проведенных исследований, можно сделать вывод о положительном действии систем удобрения с применением органического ферментированного удобрения и микробного препарата Азотер на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы. Их применение способствует увеличению в пахотном слое дерново-подзолистой супесчаной почвы доступных форм аммонийного азота – на 31,3–39,3 %, нитратного – на 24,2–32,2 %, подвижного фосфора – на 6,6–10,2 %, калия – на 4,8–10,4 %. Это в целом способствует оптимизации питания выращиваемой культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пузняк, О.М. Родючість дерново-підзолистих ґрунтів Західного Полісся за довготривалого використання добрив / О.М. Пузняк, С.А. Романова // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський, 2007. – Вип. 15. Т. 1. – С. 217–220.
2. Тваринництво України: статистичний збірник / відповід. за вип. О.М. Прокопенко. – К.: Державний комітет статистики України, 2013. – 26 с.
3. Гнидюк, В.С. Переробка органічних відходів тваринницьких комплексів і птахофабрик методом біологічної ферментації в органічні добрива нового покоління «Біопроферм» / В.С. Гнидюк // Вісник ЛНАУ : агрономія. – 2010. – № 14 (2). – С. 253–259.
4. Вплив органічного добрива Проферм на еколого-агрохімічний стан ґрунту і врожайність картоплі / В.Б. Гаврилюк [та ін.] // Агроекологічний журнал. – 2009. – № 2. – С. 58–63.
5. Гаврилюк, В.А. Продуктивність сільськогосподарських культур за використання продуктів ферментації / В.А. Гаврилюк // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – Вип. 9. – С. 203–207.
6. Засєкін Н.П. Особливості використання ферментованих органічних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся України / Н.П. Засєкін // Наука на службі сільського господарства: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 5 березня 2013 р. – Миколаїв, 2013. – С. 136–137.
7. Бунчак, О.М. Органічні добрива з відходів шкіряного виробництва методом ферментації / О.М. Бунчак // Землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К., 2009. – № 81. – С. 57–62.
8. Абрамович, О.В. Оцінка післядії впливу ферментованого органічного добрива на врожай та якість зерна вівса / О.В. Абрамович // Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць. – К., 2013. – Вип. 17. – Т. 2. – С. 22–25.
9. Загальні відомості та механізми дії микробних препаратів на продукційний процес культурних рослин / В.В. Волкогон [та ін.] // Методологія і практика використання микробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / за наук. ред. В.В. Волкогон. – К.: Аграр. наука, 2011. – Розд. 1. – С. 9–28.
10. Динаміка фракціонного складу мінеральних фосфатів чорнозема типичного при тривалому використанні добрив / Б.С. Носко [и др.] // Агрохімія. – 2003. – № 3. – С. 27–34.

11. Мельник, А.І. Визначення обсягів та темпів відновлення вмісту рухомих фосфатів у дерново-підзолистих ґрунтах та чорноземах / А.І. Мельник, Н.А. Кулик // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Х., 2009. – С. 72–76.

12. Дацько, М.О. Зміна показників родючості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту за тривалого використання різних систем удобрення / М.О. Дацько // Охорона ґрунтів. Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – К., 2014. – Вип. 1. – С. 156–159.

13. Полупан, Н.І. Дерново-подзолистые почвы / Н.І. Полупан // Почвы Украины и повышение их плодородия. – К.: Урожай, 1998. – Т.1. – С. 128–137.

INFLUENCE OF ORGANIC AND MICROBIAL PREPARATION ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

O.V. Povkh

Summary

The impact of integrated and independent use of organic fertilizers and microbial preparation Azoter on agrochemical properties of sod-podzolic sandy loam soil was analyzed in the article. Increase in the content of mineral nitrogen, mobile phosphorus and potassium in the soil and also positive impact on humus and soil reaction solution under their influence were observed.

Поступила 20.10.14

УДК 631.543.8

ПРИЕМЫ ПРОДЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДЕ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

С.С. Хмелевский

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

Древесные растения, произрастая в городских условиях зачастую на загрязненных тяжелыми металлами и другими поллютантами почвах, предъявляют определенные требования к содержанию в них питательных веществ. Но эти требования часто не удовлетворяются, т.к. растения растут очень часто на бедных насыпных почвах, в условиях сильного уплотнения почвенного слоя и ограниченном его объеме (в лунках среди асфальта).