

УДК 631.879.42

UDC 631.879.42

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОСТОВ**PECULIARITIES OF USING OF PLANT RESIDUES FOR OBTAINING COMPOSTS**

Антоненко Дарья Алексеевна
к. с.-х. н., SPIN-код: 4298-2009
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия
dasha-slav@rambler.ru

Antonenko Darya Alekseevna
Cand.Agr.Sci., SPIN-code: 4298-2009
Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia
dasha-slav@rambler.ru

Для сохранения плодородия и восстановления экологических функций черноземных почв Краснодарского края необходимо применение органоминеральных компостов. Их состав зависит от свойств черноземных почв и может включать различные отходы промышленности и сельского хозяйства. Основным компонентом компостов могут выступать органические отходы животноводства, а растительные остатки и минеральные добавки – это дополнительные компоненты компоста. В работе рассмотрены особенности взаимодействия компонентов органоминеральной смеси, включающей полуперепревший навоз КРС и фосфогипс. Выявлено, что при взаимодействии органических частиц навоза КРС и фосфогипсовых частиц образуются структурные образования, где частицы фосфогипса обволакиваются частицами навоза КРС. Проведен опыт по компостированию данной органоминеральной смеси с различными растительными остатками сельскохозяйственных культур. Определено, что по интенсивности разложения в компостах растительные остатки можно представить в следующий ряд, начиная с более разложившихся: сахарная свекла > озимая пшеница > озимый ячмень > кукуруза > подсолнечник. Полученные компосты отличались хорошо агрегированной структурой с преобладанием частиц диаметром 1-2 мм, сыпучестью, хорошей аэрацией, низкой плотностью сложения ($1,01-1,10 \text{ г/см}^3$) и благоприятной влажностью (22-25 %). Коэффициент структурности компостов с различными растительными остатками варьировал от 3,1 до 4,3 ед. Наилучшими физическими свойствами обладал компост, включающий растительные остатки сахарной свеклы, наихудшими – подсолнечника. Сочетание органоминеральной смеси с различными растительными остатками способствовало снижению щелочности субстрата, замедлению минерализации органического вещества, сдерживанию процессов аммонификации и повышению содержания общего азота и фосфора

Using of organomineral composts to preserve fertility and restore ecological functions of chernozem soils in the Krasnodar territory is necessary. Their composition depends on the properties of chernozem soils and can include various wastes of industry and agriculture. The main component of compost can be organic wastes of livestock, and plant residues and mineral additives are additional compost components. Peculiarities of the interaction of the components of the organomineral mixture, which including manure of cattle and phosphogypsum, are considered in the work. In the interaction of organic particles of cattle manure and phosphogypsum particles, structural formations are formed where the phosphogypsum particles are enveloped by particles of cattle manure. The experience of composting this organomineral mixture with various crop residues of crops was carried out. Plant residues according to the intensity of decomposition in composts can be represented in the next row, beginning with more decomposed ones: sugar beet > winter wheat > winter barley > corn > sunflower. The composts obtained were characterized by a well-aggregated structure with a predominance of particles 1-2 mm in diameter, good aeration, low density ($1.01-1.10 \text{ g / cm}^3$), and favorable humidity (22-25%). The structural factor of composts with different plant residues ranged from 3.1 to 4.3 units. The best physical properties were compost, including plant residues of sugar beet, the worst - sunflower. The combination of an organomineral mixture with various plant residues contributed to a decrease in alkalinity of the substrate, a slowing of the mineralization of organic matter, restraint of ammonification processes, and an increase in the content of total nitrogen and phosphorus

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЕМНЫЕ ПОЧВЫ, ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ, ОРГАНОМИНЕРАЛЬНАЯ СМЕСЬ, ФОСФОГИПС, РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОСТАТКИ, ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙ-

Keywords: CHERNOZEM, SOIL FERTILITY, ORGANOMINERAL MIXTURE, PHOSPHOGYPS, PLANT RESIDUES, PHYSICAL PROPERTIES AND CHEMICAL COMPOSITIONS OF COMPOST

СТВА И ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВ КОМПОСТА

Doi: 10.21515/1990-4665-134-003

Большую часть земельного фонда Краснодарского края составляют земли сельскохозяйственного назначения – около 4745 тыс. га (63%). В свою очередь основная часть земель сельскохозяйственного назначения приходится на долю пашни (3754 тыс. га). Площадь пастбищ по данным Росреестра по Краснодарскому краю составляет около 342 тыс. га, многолетних насаждений – 97 тыс. га, а сенокосов – 52 тыс. га. Значительная часть пашни края представлена плодородными черноземными почвами, которые являются главным богатством Кубани. Однако многолетнее интенсивное использование их для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур привело к истощению. Практически повсеместно в агроландшафтах края наблюдается развитие деградационных процессов, ухудшение агрономического состояния и экологических свойств почвенного покрова. Отмечается тенденция к снижению запасов подвижного фосфора и гумуса, подкислению, уплотнению верхнего слоя почвы, ухудшению ее структурного сложения, водно-физических свойств, сокращению численности микроорганизмов и почвенной мезофауны. Последнее указывает на постепенное развитие непригодности почвенного покрова выступать в качестве среды обитания, что важно для функционирования биосферы в целом.

Сложившаяся ситуация вокруг состояния почвенного покрова Краснодарского края предопределяет необходимость разработки современных технологий ведения сельскохозяйственного производства, ориентированных на органическое земледелие с минимальным использованием минеральных удобрений. В качестве органических удобрений могут выступать различные органические отходы, а также органоминеральные смеси или компосты на их основе с добавлением минеральных компонентов [1, 5].

Состав органоминеральной смеси или компоста может быть разнообразен и зависит от свойств почвы, где планируется проводить его внесение. Органическое земледелие при возделывании черноземных почв должно быть направлено на поддержание содержания гумуса, подвижных форм фосфора, активизацию процессов структурообразования и создания водопропрочной структуры почвы, разуплотнение и улучшение водно-воздушных режимов верхнего слоя. Как правило, подобные мероприятия способствуют повышению биологической продуктивности агроценозов, улучшению качества получаемой растениеводческой продукции и восстановлению экологических функций почвы [6, 7, 10].

Приведем пример состава органоминерального компоста. Основным компонентом может выступать какой-либо отход с высоким содержанием органического вещества (отходы животноводства, птицеводства, дефекация и др.), который будет способствовать увеличению запасов гумуса почвы, а также улучшению ее агрегатного состояния, снижению плотности сложения и повышению пористости [2, 3, 4]. Для повышения концентрации доступных форм фосфора и ряда других элементов питания предлагается использовать фосфорсодержащие компоненты, например, фосфорные удобрения или фосфогипс. Последний является дешевым крупнотоннажным отходом химической промышленности и его использование в сельском хозяйстве весьма целесообразно. Кроме того, в состав фосфогипса входит значительное количество кальция, который важен для формирования водопропрочности почвенной структуры [11]. Для поддержания водного режима компоста, снижения инфильтрации жидких стоков в процессе компостирования как подстилку можно использовать солому. В качестве добавки, обеспечивающей поступление свежих органических веществ, улучшающей физические свойства компоста и повышающей его аэрацию, предлагается использовать различные растительные остатки сельскохозяйственных культур.

Таким образом, одним из способов восстановления и сохранения плодородия черноземных почв является внесение органоминерального компоста, включающего органические компоненты (полуперепревший навоз КРС, растительные остатки) и минеральную составляющую (фосфогипс) [8, 9]. В качестве растительных остатков могут быть использованы послеуборочные остатки пшеницы, ячменя, кукурузы, свеклы, подсолнечника, а также и их смеси.

В данной статье рассмотрены особенности взаимодействия различных компонентов органоминерального компоста, представлены результаты определения физических свойства и химического состава компостов с различными растительными остатками.

При изучении особенностей взаимодействия этих элементарных частиц полуперепревшего навоза КРС и фосфогипса под микроскопом были выявлены скопления фракционных элементов изучаемых субстратов, где частицы навоза КРС взаимодействовали с частицами фосфогипса. Фосфогипс был представлен игольчатыми, пластинчатыми и столбчатыми формами, частицы полуперепревшего навоза КРС отличались неправильной формой (рис.1).

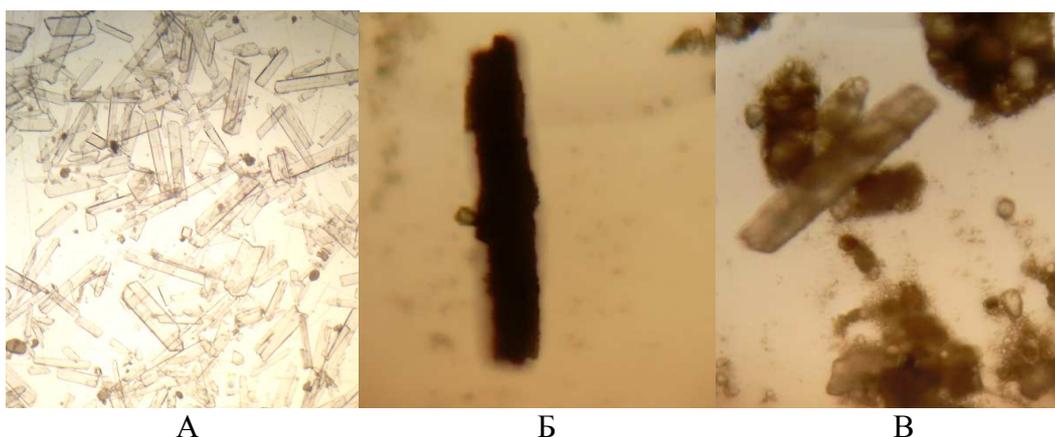


Рисунок 1 – Фракционные элементы различных субстратов:

А – фосфогипс, Б, В – органоминеральная смесь полуперепревший навоз + фосфогипс (соотношение 10:1)

Фракция <0,001 мм, выделенная в ходе гранулометрического анализа смеси органического отхода и фосфогипса (в соотношении 10:1), была представлена темно-серыми структурными образованиями. Форма которых отличалась от «чистого» фосфогипса более округлыми и рыхлыми контурами, вероятно, за счет налипания на них значительного количества органических частиц полуперепревшего навоза КРС (рис. 1).

Таким образом, в ходе опыта было выявлено, что при взаимодействии органических частиц навоза КРС и фосфогипсовых частиц образуются структурные образования, где частицы фосфогипса обволакиваются частицами навоза КРС. Это является предпосылкой формирования хорошо агрегированной структуры органоминерального компоста, а наличие значительной доли кальция в составе фосфогипса обеспечит водопрочность формируемых агрегатов. Такое сочетание отходов, по нашему мнению, является благоприятным для получения питательного компоста. Однако, как было указано выше, рекомендуется дополнительное внесение в состав такого компоста растительных остатков.

Также был проведен опыт по компостированию органоминеральной смеси (полуперепревший навоз КРС + фосфогипс – 10:1) с различными послеуборочными остатками сельхозкультур. Опыт был заложен осенью в пластиковых ведрах объемом 4-5 литров. Суть опыта на первой стадии заключалась в послойном укладывании различных растительных остатков и органоминеральной смеси (ОС) в соотношении 1:3 соответственно. Использовались следующие растительные остатки (Р.О.):

Варианты опыта:

1. ОС + Р.О. озимой пшеницы;
2. ОС + Р.О. озимого ячменя;
3. ОС + Р.О. подсолнечника;
4. ОС + Р.О. кукурузы;

5. ОС + Р.О. сахарной свеклы.

Далее в весенний период провели перемешивание компоста, обеспечили его аэрацию, после чего процесс компостирования шел более интенсивно за счет поступления кислорода воздуха, формирования аэробных условий, обеспечения благоприятной влажности для жизнедеятельности микроорганизмов.

В ходе проведения опыта отмечены различия в степени разложения растительного материала – отходы различных культур разлагались не одинаково. Выявлено, что до перемешивания субстратов разложение растительных остатков практически не происходило (стебли растений остались целыми – особенно в вариантах с подсолнечником, ячменем, кукурузой), тогда, как после перемешивания этот процесс протекал быстрее и за 3-4 месяца в зависимости от варианта опыта произошла практически полная их мацерация. По интенсивности разложения растительные остатки в компостах можно представить в следующий ряд, начиная с более разложившихся: сахарная свекла > оз. пшеница > оз. ячмень > кукуруза > подсолнечник. К 5-му месяцу компостирования после перемешивания компоста остатки свеклы разложились полностью, визуально в компосте остатков не наблюдалось, масса компоста была однородной. Для остальных растительных отходов характерно визуальное их отличие в массе компоста. Так на 5-ый месяц после перемешивания размеры растительных остатков подсолнечника в среднем составили 6,5 см, кукурузы – 4,5, ячменя – 3,5, пшеницы – менее 3 см (рис. 2).

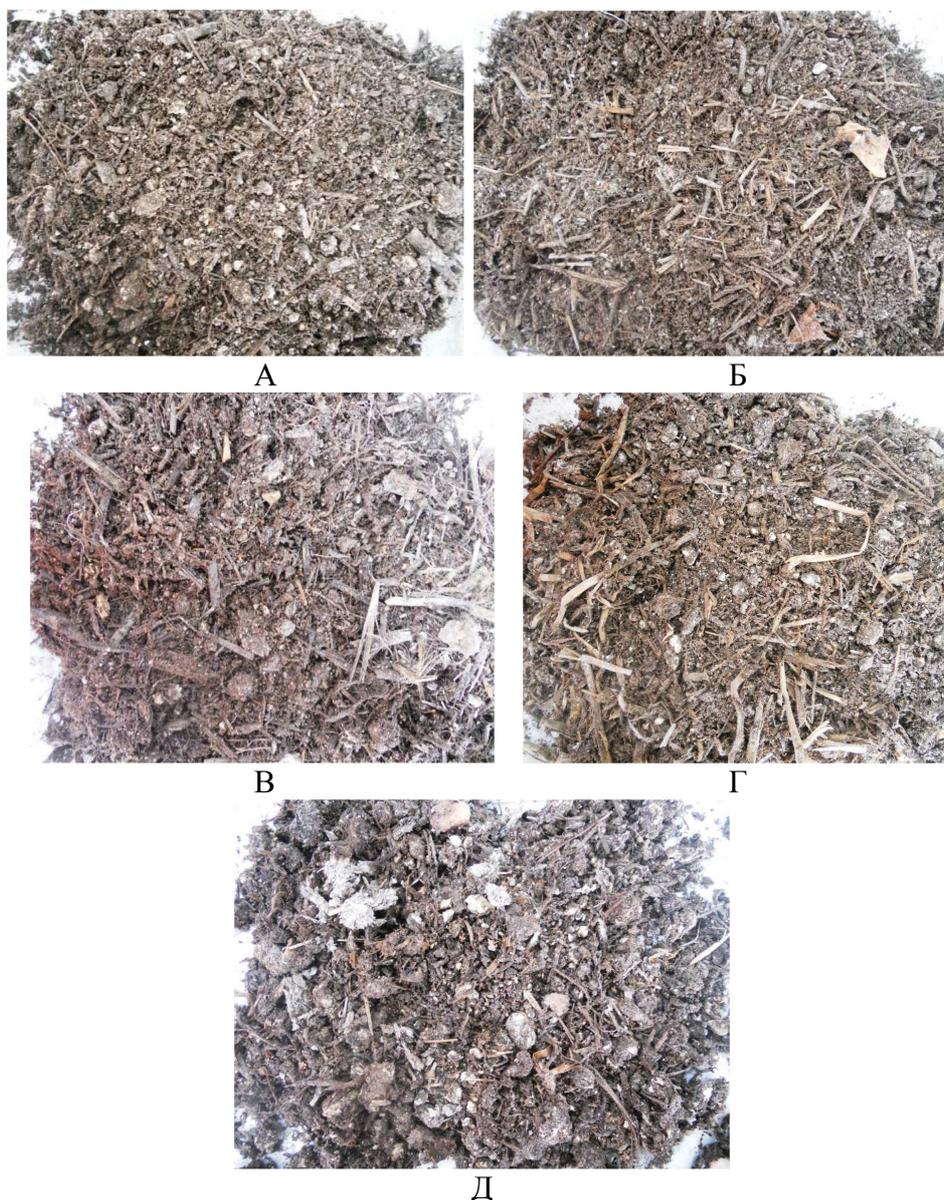


Рисунок 2 – Органоминеральные компосты с различными растительными остатками: А – подсолнечник, Б – пшеница, В – кукуруза, Г – ячмень, Д – сахарная свекла

Субстраты отличались хорошо агрегированной структурой с преобладанием частиц диаметром 1-2 мм и сыпучестью. По вариантам опыта сумма агрегатов диаметром 0,25-10 мм варьировала в пределах от 75,5 до 81,2 %, соответственно коэффициент структурности находился на высоком уровне (3,1-4,3 ед.). То есть структурное сложение полученного компоста благоприятное и даже лучше некоторых почв. Соответственно плотность

сложения субстрата была низкой (1,01-1,10 г/см³), влажность колебалась в области 22-25 %. Наилучшими физическими свойствами обладал компост, включающий растительные остатки сахарной свеклы, наихудшими – подсолнечника (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты определения некоторых физических свойств компостов с различными растительными остатками

Вариант опыта	\sum 10-0,25 мм	\sum >10 и <0,25 мм	Кст	Плотность сложения, г/см ³	Влажность, %
ОС + Р.О. пшеницы	80,25 ± 3,98	19,75 ± 0,96	4,06 ± 0,19	1,02 ± 0,04	24,12 ± 1,19
ОС + Р.О. ячменя	77,33 ± 3,85	22,67 ± 1,10	3,41 ± 0,15	1,05 ± 0,05	23,58 ± 1,17
ОС + Р.О. подсолнечника	75,54 ± 3,75	24,46 ± 1,21	3,09 ± 0,13	1,10 ± 0,06	21,79 ± 1,07
ОС + Р.О. кукурузы	76,00 ± 3,79	24,00 ± 1,15	3,17 ± 0,14	1,07 ± 0,05	22,47 ± 1,10
ОС + Р.О. сахарной свеклы	81,18 ± 4,01	18,82 ± 0,92	4,31 ± 0,20	1,01 ± 0,04	25,11 ± 1,21

Также был определен состав почвенной мезофауны, который показало наличие муравьев, дождевых червей, кивсяков во всех вариантах компоста, что указывает на его благоприятный водно-воздушный режим. То есть полученный компост выступает хорошей средой обитания для живых организмов.

Химический анализ органоминеральных компостов с различными растительными остатками проводился раз в 1, 3 и 5 месяцы после перемешивания субстрата в весенний период. Во всех вариантах опыта прослеживается тенденция постепенного снижения концентрации органического вещества, что связано с его разложением до более простых веществ. В связи с чем увеличивается доля общего и аммонийного азота, общего фосфора. Так концентрация органического вещества в среднем по опыту в первый месяц компостирования составила 19,1, в третий и пятый – 18,2 и 17,7

% соответственно. Доля общего азота по месяцам компостирования варьировала от 0,52 до 0,83 с минимумом в первый месяц компостирования и максимумом – пятый. Аналогичные изменения характерны для аммонийного азота и общего фосфора (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты химического анализа компостов с различными растительными остатками

Вариант	C _{орг} , %	N _{общ} , %	NH ₄ ⁺ , %	P _{общ} , %
			на исходную влажность	
1-й месяц компостирования				
ОС + Р.О. пшеницы	19,35 ± 0,96	0,52 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,22 ± 0,01
ОС + Р.О. ячменя	19,34 ± 0,97	0,57 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,21 ± 0,01
ОС + Р.О. подсолнечника	17,10 ± 0,85	0,56 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,20 ± 0,01
ОС + Р.О. кукурузы	19,88 ± 0,98	0,60 ± 0,03	0,12 ± 0,01	0,24 ± 0,01
ОС + Р.О. сахарной свеклы	19,82 ± 0,99	0,68 ± 0,03	0,12 ± 0,01	0,24 ± 0,01
3-й месяц компостирования				
ОС + Р.О. пшеницы	18,15 ± 0,91	0,54 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,23 ± 0,01
ОС + Р.О. ячменя	18,45 ± 0,90	0,59 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,24 ± 0,01
ОС + Р.О. подсолнечника	16,58 ± 0,83	0,62 ± 0,03	0,09 ± 0,01	0,22 ± 0,01
ОС + Р.О. кукурузы	18,94 ± 0,94	0,65 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,26 ± 0,01
ОС + Р.О. сахарной свеклы	19,01 ± 0,94	0,78 ± 0,04	0,11 ± 0,01	0,27 ± 0,01
5-й месяц компостирования				
ОС + Р.О. пшеницы	17,84 ± 0,88	0,60 ± 0,03	0,09 ± 0,01	0,25 ± 0,01
ОС + Р.О. ячменя	17,98 ± 0,90	0,69 ± 0,03	0,09 ± 0,01	0,26 ± 0,01
ОС + Р.О. подсолнечника	16,01 ± 0,79	0,83 ± 0,04	0,08 ± 0,01	0,25 ± 0,01
ОС + Р.О. кукурузы	18,29 ± 0,88	0,71 ± 0,04	0,09 ± 0,01	0,29 ± 0,01
ОС + Р.О. сахарной свеклы	18,55 ± 0,90	0,83 ± 0,04	0,10 ± 0,01	0,29 ± 0,01

Выявлены некоторые различия по вариантам опыта в содержании основных питательных элементов. Содержание органического вещества, общего и аммонийного азота, общего фосфора было максимальным в варианте с использованием послеуборочных остатков сахарной свеклы. Вероятно, это связано с более быстрым разложением растительных структур свеклы и высвобождением «новых» питательных элементов. В то время как в вариантах с применением кукурузы и подсолнечника, обладающими более жесткой структурой стебля, эти показатели были минимальными. Среднее положение занимали растительные остатки пшеницы и ячменя. Таким образом, химический состав органоминерального компоста зависит

от вида используемых послеуборочных остатков сельхозкультур и их анатомического строения. В целом полученные компосты характеризовались высоким содержанием органического вещества, общего азота и фосфора, что позволяет рекомендовать их использование в качестве удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур [2, 4].

Реакция среды является важным показателем любого удобрения, поэтому нами также определялся данный показатель. Отмечено снижение щелочности компоста в процессе его приготовления. Так рН компостов в первый месяц компостирования (после перемешивания) варьировала от 7,67-7,95, а в пятый месяц компостирования – от 7,15-7,37 ед. (рис. 3).

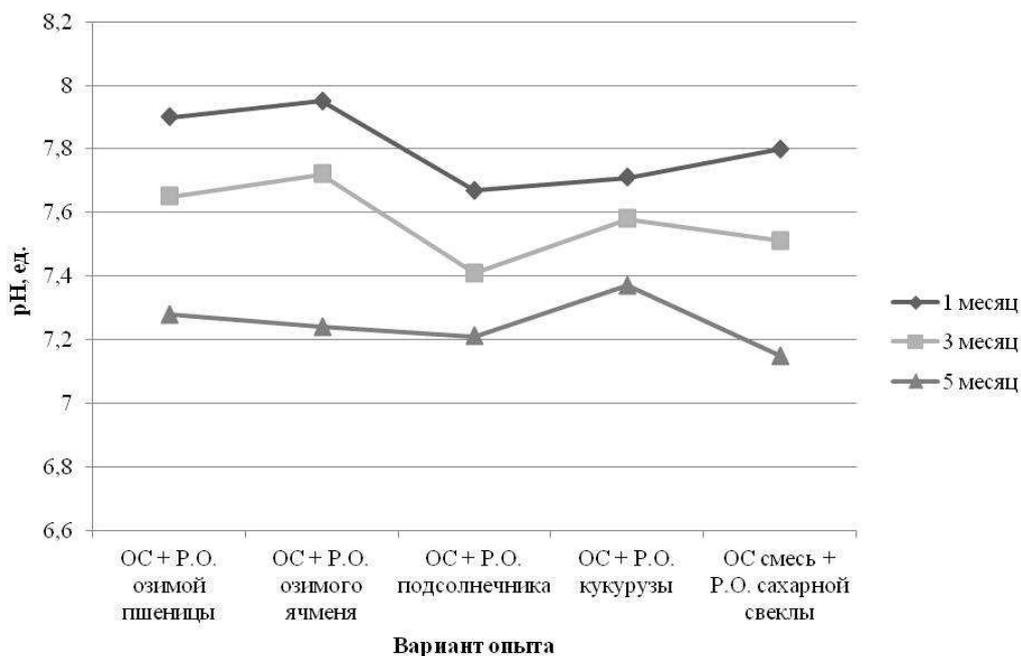


Рисунок 3 – Изменение реакции среды компостов с различными растительными остатками

Таким образом, сочетание органоминеральной смеси (полупрепревший навоз КРС + фосфогипс) с различными растительными остатками способствует снижению щелочности субстрата, замедлению минерализации органического вещества, сдерживанию процессов аммонификации по-

вышению содержание общего азота и фосфора. Подобное использование растительных остатков и дальнейшее внесение компостов в почву позволит восстановить баланс в системе почва-растение, восполнить потери основных питательных веществ с выносом урожая. Органоминеральные компосты с участием послеуборочных остатков растений предлагается включать в систему органического земледелия, с целью сохранения почвенного плодородия черноземных почв и их экологических функций.

Литература

1. Антоненко Д.А., Белюченко И. С. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов / Д.А. Антоненко, И.С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 14-23.
2. Антоненко Д.А. Сложный компост и его использование для сохранения плодородия сельскохозяйственных земель / Д. А. Антоненко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 76-81.
3. Белюченко И.С. Сложный компост и его роль в улучшении почв / И.С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа, Т. 8., № 2, 2012 г. С. 75–86.
4. Белюченко И.С. Применение органических и минеральных отходов при подготовке сложных компостов для повышения плодородия почв / И.С. Белюченко // Материалы III Международн. науч. экологической конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» – Краснодар. – 2013. – С. 26-30.
5. Белюченко И.С., Антоненко Д.А., Мельник О.А. Особенности коллоидов в отходах различного происхождения / И.С. Белюченко, Д.А. Антоненко, О.А. Мельник // Материалы IV Международн. науч. экологической конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» – Краснодар. – 2015. – С. 3-6.
6. Белюченко И. С. Сохранение плодородия чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко, О. А. Мельник // Роль почв в биосфере и жизни человека : матер. Междунар. науч. конф. к 100-летию со дня рождения академика Г. В. Добровольского, к Международному году почв: докл. – М. : МАКС Пресс, 2015. – С. 15–17.
7. Мельник О. А. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая / О. А. Мельник, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 30–33.
8. Мельник О. А. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве комплексных мелиорантов чернозема обыкновенного / О. А. Мельник, Ю. Ю. Петух, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 41–46.
9. Славгородская Д.А. Воздействие сложного компоста на структуру чернозема обыкновенного и его общие физические свойства / Д.А. Славгородская // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 40-45.

10. Славгородская Д.А. Агрофизические свойства чернозема обыкновенного и роль сложного компоста в их улучшении / Д.А. Славгородская // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 3. – С.31-45.

11. Славгородская Д. А. Влияние фосфогипса на агрофизические свойства почвы / Д.А. Славгородская // Материалы I Международн. науч. экологической конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» – Краснодар. – 2010. – С. 168-171.

References

1. Antonenko D.A., Belyuchenko I. S. Otkhody proizvodstva i potrebleniya kak syr'yevaya osnova slozhnykh kompostov / D.A. Antonenko, I.S. Belyuchenko // Ekol. Vestnik Sev. Kavkaz. - 2014. - Т. 10. - № 3. - S. 14-23.

2. Antonenko D.A. Slozhnyy kompost i yego ispol'zovaniye dlya sokhraneniya plodorodnoy produktsii. A. Antonenko // Ekol. Vestnik Sev. Kavkaz. - 2016. - Т. 12. - № 2. - S. 76-81.

3. Belyuchenko I.S. Slozhnyy kompost i yego rol' v uluchshenii pochv / I.S. Belyuchenko // Ekol. Vestnik Sev. Kavkaza, Т. 8., № 2, 2012 g. S. 75-86.

4. Belyuchenko I.S. Primeneniye organicheskikh i mineral'nykh otkhodov pri podgotovke slozhnykh kompostov dlya povysheniya plodorodiya pochv / I.S. Belyuchenko // Materialy III Mezhdunarodn. nauch. ekologicheskoy konf. «Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva» - Krasnodar. - 2013. - S. 26-30.

5. Belyuchenko I.S., Antonenko D.A., Mel'nik O.A. Osobennosti kolloidov v otkhodakh razlichnogo proiskhozhdeniya / I.S. Belyuchenko, D.A. Antonenko, O.A. Mel'nik // Materialy IV Mezhdunarodn. nauch. ekologicheskoy konf. «Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva» - Krasnodar. - 2015. - S. 3-6.

6. Belyuchenko I. S. Sokhraneniye plodorodiya chernozema obyknovennogo pri ispol'zovanii slozhnogo komposta / I. S. Belyuchenko, D. A. Antonenko, O. A. Mel'nik // Rol' pochv v biosfere i zhizni cheloveka: mater. Mezhdunar. nauch. konf. k 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika G. V. Dobrovol'skogo, k Mezhdunarodnomu godu pochv: dokl. - M. : MAKS Press, 2015g. - S. 15-17.

7. Mel'nik O. A. Vliyaniye otkhodov promyshlennosti i sel'skogo khozyaystva na produktivnost' rasteniy i kachestvo ikh urozhaya / O. A. Mel'nik, D. A. Slavgorodskaya // Ekol. Vestnik Sev. Kavkaz. - 2010. - Т. 6. - № 4. - S. 30-33.

8. Mel'nik O. A. Ispol'zovaniye otkhodov promyshlennosti i sel'skogo khozyaystva v kachestve kompleksnykh meliorantov chernozema obyknovennogo / O. A. Mel'nik, YU. YU. Petukh, D. A. Slavgorodskaya // Ekol. Vestnik Sev. Kavkaz. - 2011. - Т. 7. - № 3. - S. 41-46.

9. Slavgorodskaya D.A. Vozdeystviye slozhnogo komposta na strukturu chernozema obyknovennogo i yego obshchiye fizicheskiye svoystva / D.A. Slavgorodskaya // Ekologicheskii Vestnik Severnogo Kavkaza. - 2013. - Т. 9. - № 2. - S. 40-45.

10. Slavgorodskaya D.A. Agrofizicheskiye svoystva chernozema obyknovennogo i rol' slozhnogo komposta v ikh uluchshenii / D.A. Slavgorodskaya // Ekologicheskii Vestnik Severnogo Kavkaza. - 2012. - Т. 8. - № 3. - S.31-45.

11. Slavgorodskaya D. A. Vliyaniye fosfogipsa na agrofizicheskiye svoystva pochvy / D.A. Slavgorodskaya // Materialy I Mezhdunarodn. nauch. ekologicheskoy konf. «Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva» - Krasnodar. - 2010. - S. 168-171.