

- Ю. М. Тарасов, С. Б. Рыцев, Р. И. Гирш // Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение. – М. : ОАО «НИЦАСК», 2008. – С. 123–124.
15. Vartanyan, A. A. Increase of Soil Moisture Content by Applying Polymer-Mineral Material / A. A. Vartanyan, A. A. Shakhnazarov, V. H. Tokmajyan, A. A. Sarukhanyan // Bulletin of High Technology. – 2020. – N 1(11). – С. 3–10.
16. Galstyan, S. B. The Regulation of Water Regime of Field Crops and Decorative Woody Plants in Natural Conditions by Applying Polymer-Mineral Raw Material / S. B. Galstyan, A. H. Vardanyan, V. H. Tokmajyan, N. E. Gorshkova and all // Bulletin of High Technology. – 2020. – N 1(11). – С. 11–15.
17. Vartanyan, A. A. Management of Processes of Growing Winter Crop in Rainfed Conditions Using Innovative Technological Solutions / A. A. Vartanyan, M. V. Markosyan, V. H. Tokmajyan, S. B. Galstyan // Bulletin of High Technology. – 2020. – N 2(12). – С. 3–13.

УДК 631.8

ВОЗМОЖНОСТИ ВЕРМИТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

И. А. Варфоломеева, О. А. Ульянова

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия,
kora64@mail.ru

Аннотация

Показана возможность получения вермикомпоста из использованного чая (жмыха), позволяющего повышать урожайность кукурузы и плодородие агросерой почвы. Выявлено, что вермикомпост способствовал повышению содержания гумуса в почве с низкого, отмеченного на контроле, до средних значений в зависимости от варианта опыта. Установлена оптимизация пищевого режима при внесении вермикомпоста в почву. Обнаружено, при применении его под кукурузу отмечается тенденция повышения цинка, никеля, меди, кобальта в кукурузе, но снижается количество токсичных элементов: кадмия и свинца. Максимальный вклад в формирование урожайности кукурузы внес вермикомпост, применяемый в агросерую почву в количестве 3 и 5 т/га, где прибавка составила составила 59-68 % к контролю.

Ключевые слова: агросерая почва, жмых из чая, вермикомпост на основе жмыха из чая, урожайность полевых культур, токсичные элементы.

THE POSSIBILITIES OF VERMITECHNOLOGY IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS

I. A. Varfolomeeva, O. A. Ulyanova

Abstract

The possibility of obtaining vermicompost from used tea (cake) is shown, which makes it possible to increase the yield of corn and the fertility of agro-gray soil. It was found that vermicompost contributed to the increase in the humus content in the soil from the low, noted in the control, to the average values, depending on the

variant of the experiment. The optimization of the food regimen was established when vermicompost was introduced into the soil. It was found that when it is used for corn, there is a tendency to increase zinc, nickel, copper, cobalt in corn, but the amount of toxic elements decreases: cadmium and lead. The maximum contribution to the formation of corn yield was made by vermicompost applied to agro-gray soil in the amount of 3 and 5 t/ha, where the increase was 59-68 % of the control.

Keywords: agro-gray soil, tea cake, tea cake-based vermicompost, corn yield, toxic elements.

Введение. Ежегодно в России образуется около 17 миллионов тонн пищевых отходов, 94 % из них отправляются на полигоны, где превращаются в источник загрязнения окружающей среды и выделяют опасные химические вещества (аммиак, сероводород, метан). Проблема их утилизации является одной из самых актуальных, в том числе и для Красноярского края. Для ее решения предлагается использовать вермифтехнология, позволяющую перерабатывать пищевые отходы в эффективные безопасные удобрения – вермикомпост. Метод вермикультуры широко применяется как в России, так и за рубежом. С помощью червя *Eisenia fetida* перерабатывают различные крупнотоннажные отходы КРС (Сергеев, 2008; Лящев, 2017), отходы деревообработки (Сенкевич, 2019; Бутенко, 2019; Бутенко, Ульянова, 2019; Бутенко, Ульянова, Халипский и др., 2020), листовой опад (Петроченко, 2018), навоз свиней (Титова, Рыбин, 2020), осадки сточных вод (Стом, Титов, 2013), пищевые отходы (Косенко, Шумелев, Соловьева, 2007; Иргит, 2013; Иргит, Ульянова, 2016). Однако, отходы использованного чая (жмых) перерабатывались методом вермикультуры впервые. Цель работы – показать возможность переработки жмыха из использованного чая для получения вермикомпоста и его использование для оптимизации плодородия агросерой почвы. Для реализации этой цели были поставлены и решены следующие задачи:

- ✓ установить изменение агрохимических показателей агросерой почвы под действием жмыха из чая и вермикомпоста на его основе;
- ✓ дать экологическую оценку применения жмыха из чая и вермикомпосту на его основе;
- ✓ определить вклад полученного из жмыха чая вермикомпоста в формирование урожайности кукурузы.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись агросерая почва, жмых из чая, вермикомпост, полученный методом переработки пищевого отхода (использованного чая) калифорнийским червем *Eisenia fetida*. Тестовой культурой являлась кукуруза (*Zea mays* L.) сорт Сибирячка. Исследования проводили в 2021 г. в микро-полевом опыте на стационаре Красноярского ГАУ. Жмых из чая и вермикомпост на его основе вносили в агросерую почву согласно схеме: 1. Контроль (без удобрений); 2. Жмых из чая (ЖЧ), 3 т/га; 3. Вермикомпост из жмыха чая (ВКжч), 3 т/га; 4. ЖЧ, 5 т/га; 5. ВКжч, 5 т/га; 6. ЖЧ, 7 т/га; 7. ВКжч, 7 т/га. Повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов последовательное. Уборка урожая

кукурузы на зеленую массу была произведена срезом стеблей на уровне почвы. В отобранных почвенных образцах весной и осенью после уборки кукурузы определяли агрохимические показатели традиционными методами: рНксл - потенциометрически, содержание Сорг – по методу Тюрина, количество подвижного фосфора и обменного калия – по методу Чирикова, аммонийный азот – с реактивом Несслера (Аринушкина, 1970). Количество нитратного азота – дисульфифеноловым методом в модификации С. Л. Иодко и Н. И. Шаркова (1994). Микроэлементы определяли в Научно-исследовательском испытательном центре Красноярского ГАУ атомно-абсорбционным методом. Полученные результаты исследований обработали статистически методом дисперсионного анализа с использованием программы «Excel».

Результаты и обсуждение. Агросерая почва, используемая в опыте, характеризовалась реакцией среды близкой к нейтральной, низким содержанием гумуса, очень высоким количеством подвижного фосфора и обменного калия.

Как видно из таблицы 1, реакция почвенного раствора почвы контрольного варианта нейтральная, при внесении 3 т/га жмыха из чая и вермикомпоста, приготовленного на его основе внесенного в почву в количестве 7 т/га способствовали изменению реакции среды в слабощелочную сторону. Внесение в агросерую почву жмыха из чая не изменило количество гумуса в ней. Однако вермикомпост, приготовленный на основе жмыха способствовал повышению его количества с низкого, отмеченного на контроле, до средних значений в зависимости от варианта опыта.

Таблица 1 – Изменение агрохимических свойств агросерой почвы под влиянием жмыха из чая и вермикомпоста на его основе

Вариант	рНн2о	Гумус, %	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	6,9	3,8	10,2	18,0	645,0	210,3
ЖЧ, 3 т/га	7,1	3,2	70,7	18,8	645,0	100,5
ВКжч, 3 т/га	7,0	4,8	106,0	14,5	747,5	110,3
ЖЧ, 5 т/га	6,7	3,4	88,7	21,5	742,5	132,2
ВКжч, 5 т/га	6,9	4,1	128,5	13,7	802,5	108,6
ЖЧ, 7 т/га	7,0	3,9	54,7	9,7	951,0	97,8
ВКжч, 7 т/га	7,1	4,5	89,0	11,2	1019,2	104,6

Установлена очень высокая обеспеченность аммонийной формой азота агросерой почвы, которая преобладала над нитратной. Наибольшему накоплению аммонийного азота способствовало применение в агросерую почву 5 т/га вермикомпоста, подготовленного на основе жмыха чая. Обеспеченность нитратным азотом изменялась по вариантам опыта от средней до высокой. Наибольшему накоплению нитратного азота обнаружилось в почве при внесении 5 т/га Жмыха из чая.

Выявлена очень высокая обеспеченность подвижным фосфором агросерой почвы. Внесение в почву вермикомпоста способствовало увеличению этого показателя на 16–74 % к контролю в зависимости от применяемой нормы удобрения, что обусловлено высоким количеством фосфора в вермикомпосте. Обнаружена очень высокая обеспеченность обменным калием на контроле. Снижение количества калия в удобренных жмыхом чая и вермикомпостом на его основе, внесенного в агросерую почву в количестве 7 т/га обусловлено выносом этого элемента урожаем кукурузы (рисунок 1), как калиелюбивой культуры.

Существенное значение в питании растений, формировании урожая и его качества имеют: бор, марганец, молибден, медь, цинк, кобальт. Микроэлементы – это обязательная составная часть многих ферментов, витаминов, ростовых веществ, играющих роль биологических ускорителей и регуляторов сложнейших биологических процессов. Результаты проведенных исследований показали, что количество микроэлементов в почве не превысило ПДК при внесении в почву жмыха и вермикомпоста на его основе, что согласуется с данными авторов М. S. Butenko, О. А. Ulyanova, А. S. Babur, V. N. Zhulanova, О. V. Martynova (2019). Отмечается незначительное повышение цинка, свинца, марганца, кадмия в вариантах с внесением жмыха, так как в своем составе имеет те же элементы. Большая часть микроэлементов снизилась, а кобальт оказался толерантным при внесении вермикомпоста. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что под действием 7 т/га вермикомпоста отмечается тенденция повышения цинка, никеля, меди, кобальта в кукурузе, но снижается количество токсичных элементов: кадмия и свинца.

Оценивая результаты исследований по урожайности кукурузы, отметим, что максимальный вклад в этот показатель внес вермикомпост, применяемый в агросерую почву в количестве 3 и 5 т/га (рисунок 1).

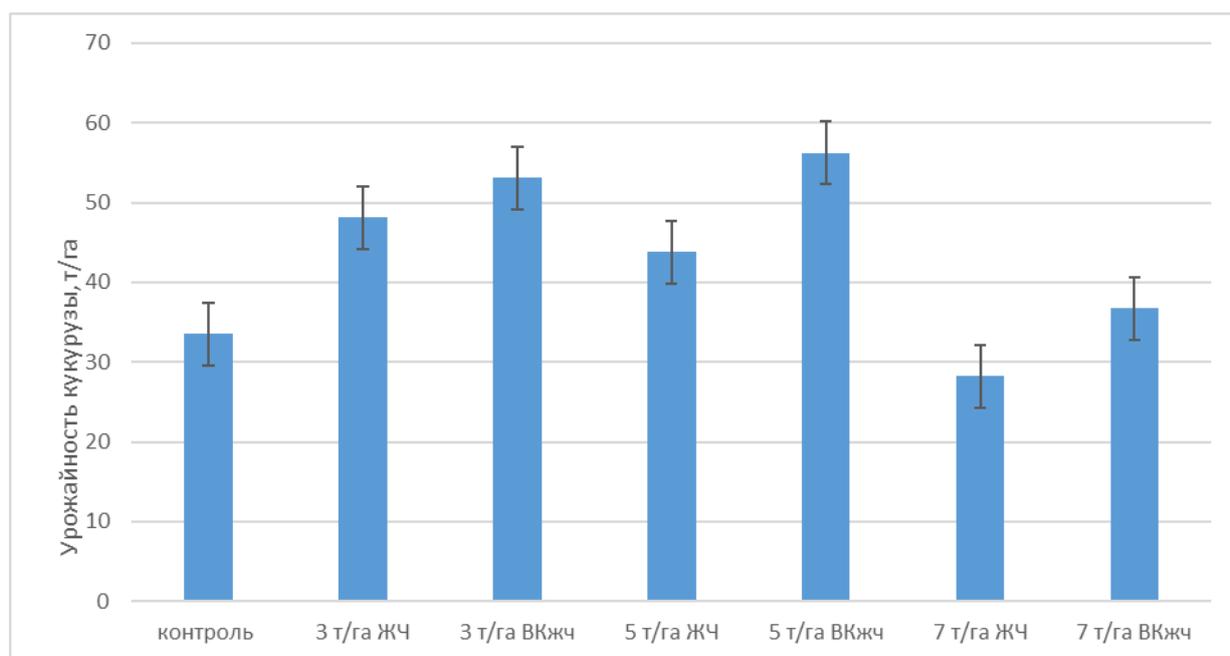


Рисунок 1 – Влияние жмыха из чая и вермикомпоста, полученного на его основе на урожайность кукурузы, т/га

Прибавка к контролю в этих вариантах составила 59-68 %. Определена средняя корреляционная зависимость урожайности кукурузы от содержания минеральных форм азота. Коэффициенты корреляции составили $r = 0,64$.

Заключение. 1. Показана возможность использования вермикомпоста, полученного из использованного чая для поддержания плодородия агросерой почвы. 2. Вермикомпост из жмыха чая способствовал повышению содержания гумуса с низкого, отмеченного на контроле, до средних значений в зависимости от варианта опыта. 3. Установлена очень высокая обеспеченность аммонийной формой азота агросерой почвы, которая преобладала над нитратной в удобренных вермикомпостом вариантах. Наибольшему накоплению аммонийного азота способствовало применение в агросерую почву 5 т/га вермикомпоста. 4. Внесение в почву вермикомпоста способствовало увеличению подвижного фосфора на 16–74 % к контролю в зависимости от применяемой нормы удобрения, что обусловлено высоким количеством фосфора в вермикомпосте. Обнаружена очень высокая обеспеченность обменным калием на контроле. Снижение количества калия в удобренных 7 т/га жмыхом чая и вермикомпостом на его основе вариантах связано с выносом этого элемента урожаем кукурузы, как калиелюбивой культуры. 5. Определена средняя корреляционная зависимость урожайности кукурузы от содержания минеральных форм азота. Коэффициенты корреляции составили $r = 0,64$. Вермикомпост не загрязняет агросерую почву микроэлементами. 6. Максимальный вклад в формирование урожайности кукурузы внес вермикомпост, применяемый в агросерую почву в количестве 3 и 5 т/га, где прибавка составила 59–68 % к контролю.

Список цитированных источников

1. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
2. Бутенко, М. С. Влияние вермикомпоста на азотный режим агросерой почвы и урожайность зерновых культур / М. С. Бутенко, О. А. Ульянова // *Агрохимия*. – 2019. – № 1. – С. 11–18.
3. Бутенко, М. С. Влияние вермикомпоста на гумусное состояние агрочернозема Красноярской лесостепи / М. С. Бутенко // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 2. – С. 97–102.
4. Butenko, M. S. Vermicompost effect on the trace elements distribution in the luvic chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe / M. S. Butenko, O. A. Ulyanova, A. S. Babur, V. N. Zhulanova, O. V. Martynova // В сборнике: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. С. 042047.
5. Бутенко, М. С. Действие возрастающих доз вермикомпоста на агрохимические свойства почвы, урожайность и качество клубней картофеля / М. С. Бутенко, О. А. Ульянова, А. Н. Халипский, С. В. Хижняк // *Агрохимия*. – 2020. – № 7. – С. 47–56.
6. Иодко, С. Л. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве / С. Л. Иодко, И. Н. Шарков // *Агрохимия*. – 1994. – № 4. – С. 95–97.

7. Иргит, М. И. «Спасатели XXI века», или как дать вторую жизнь пищевым отходам / М. И. Иргит // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: мат-лы Междунар. школы-конф. – Вып. 17. – Т. 2. – 2013. – С. 11–12.
8. Иргит, М. И. Влияние биогумуса и азофоски на свойства агросерой почвы и урожайность кукурузы / М. И. Иргит, О. А. Ульянова // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 4. – С. 3–9.
9. Косенко, И. С. Возможность использования отходов производства кофе и чая в комбикормах / И. С. Косенко, Е. С. Шумелев, Е. В. Соловьева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 101–102.
10. Лящев, А. А. Оценка популяций дождевых компостных червей в субстрате из конского навоза в условиях юга Тюменской области / А. А. Лящев, И. А. Прок // Современные научно-практические решения в АПК: мат-лы всерос. науч.-практ.конф., 2017. – С. 515–526.
11. Петроченко, К. А. Экологические и физико-химические аспекты переработки листового опада вермикультурой *Eisenia fetida* (savigny). Дис. ... канд. биол. наук. / К. А. Петроченко. – Томск, 2018. – 108 с.
12. Сенкевич, О. В. Агрохимическая и экологическая оценка действия разных видов вермикомпоста в системе почва-растение: Дис. ... канд. биол. наук / О. В. Сенкевич. – Новосибирск, 2019. – 125 с.
13. Сергеев, Ю. А. Приготовление компоста из отходов деревообработки и навоза крупного рогатого скота / Ю. А. Сергеев // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 11. – С. 59–61.
14. Стом, Д. И. Дождевые черви в переработке отходов: монография / Д. И. Стом, Т. Ф. Казаринова, И. Н. Титов. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. – 111 с.
15. Титова, В. И. Агроэкология промышленного свиноводства / В. И. Титова, Р. Н. Рыбин // Нижегородская ГСХА. – М. : Изд-во «Сельскохозяйственные технологии», 2020. – 172 с.
16. Титов, И. Н. Вермикультура: научные основы, достижения и перспективы / И. Н. Титов, К. К. Богуспаев. – Алматы : НИИ проблем экологии КазНУ им. Аль-Фараби, 2019. – 366 с.

УДК 556.5.06 (476)

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЙ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая

УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,
volchak@tut.by

Аннотация

В статье представлены результаты исследования водопотребления в Республике Беларусь для разных отраслей народного хозяйства, в частности, хозяйственно-питьевое, производственное, сельскохозяйственное водоснабжение, на нужды рыбо-прудового хозяйства с его дифференциацией по административным областям.