

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.3>

РЕЦИКЛИНГ ОРГАНИЧЕСКОЙ ФРАКЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПСТИРОВАНИЯ

Научная статья

Мамась Н.Н.^{1,*}, Катрич М.А.²

¹ ORCID : 0000-0002-0209-7964;

² ORCID : 0000-0002-2772-1348;

^{1,2} Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (natamamas[at]mail.ru)

Аннотация

Высокая урожайность является одной из главных целей сельского хозяйства. Однако для достижения высокой продуктивности культур необходимы оптимальные условия для их роста, развития, перезимовки, питания и формирования структурных элементов урожая. Эти условия зависят от природно-климатических факторов, характеристик почвы и применяемых агротехнических и вегетационных приемов. Одним из ключевых факторов, влияющих на плодородие почвы, является содержание органического вещества. Гумус, основная составляющая органического вещества, играет важную роль в обеспечении питания растений. Он содержит гуминовые кислоты, гумины, фульвокислоты и другие органические соединения, которые способствуют улучшению структуры почвы, удержанию влаги и повышению ее плодородия. Внесение органических удобрений является эффективным способом повышения плодородия почвы и урожайности. Рациональная система удобрений, основанная на биоклиматическом потенциале участка, позволяет не только обеспечить необходимые питательные вещества для растений, но и активизировать биологическую активность почвы, улучшить ее свойства и сохранить экологическую устойчивость. В данной статье проведены эксперименты с внесением органического удобрения на опытные участки и анализ содержания питательных веществ в почве. Результаты исследования показали, что использование органического удобрения способствует улучшению показателей роста и урожайности культур. Особенно высокие результаты были получены при внесении компоста в оптимальном количестве. Выводы статьи подчеркивают важность рациональной системы удобрений для достижения стабильных и высоких урожаев, сохранения и повышения плодородия почвы, а также обеспечения экологической устойчивости сельского хозяйства. Использование органических удобрений, особенно компоста, представляет собой эффективный и экологически безопасный подход к повышению качества почвы.

Ключевые слова: органические удобрения, экологическая устойчивость.

RECYCLING OF THE ORGANIC FRACTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE BY COMPOSTING

Research article

Mamas' N.N.^{1,*}, Katrich M.A.²

¹ ORCID : 0000-0002-0209-7964;

² ORCID : 0000-0002-2772-1348;

^{1,2} Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author (natamamas[at]mail.ru)

Abstract

High crop yield is one of the main objectives of agriculture. However, in order to achieve high crop productivity, optimal conditions are required for crop growth, development, overwintering, nutrition and formation of structural elements of the crop. These conditions depend on natural and climatic factors, soil characteristics and applied agrotechnical and vegetation practices. One of the key factors affecting soil fertility is the organic matter content. Humus, the main ingredient of organic matter, plays an important role in providing nutrition for plants. It contains humic acids, humins, fulvic acids and other organic compounds that improve soil structure, moisture retention and fertility. Application of organic fertilizers is an effective way to improve soil fertility and crop yields. A rational fertilizer system based on the bioclimatic potential of the site allows not only to provide the necessary nutrients for plants, but also to activate the biological activity of the soil, improve its properties and preserve its ecological sustainability. In this article, experiments with the application of organic fertilizer to experimental plots and analysis of the nutrient content of the soil were carried out. The results of the study showed that the use of organic fertilizer improves the growth and yield of crops. Especially high results were obtained when compost was applied in optimal amounts. The findings of the article highlight the importance of a rational fertilizer system for achieving stable and high yields, preserving and improving soil fertility, and ensuring the environmental sustainability of agriculture. The use of organic fertilizers, especially compost, is an effective and environmentally friendly approach to improving soil quality.

Keywords: organic fertilizers, environmental sustainability.

Введение

Высокая урожайность может быть достигнута при наличии оптимальных условий для роста, развития, перезимовки, питания и формирования структурных элементов урожая, которые варьируют в зависимости от природно-климатических факторов, характеристик почвы и применяемых агротехнических и вегетационных приемов.

Когда мы задаемся вопросом о плодородии, сразу всплывает мысль об органике. Достаточно представить отмирающие микроорганизмы, мхи, лишайники, растения живая фаза почвы, растения и органика, которую называют гумус. Гумус состоит на 85-92% из гуминов, фульвокислот и гуминовых кислот, так же до 60% углерода, до 40% кислорода, а так же незначительное количество фосфора, серы и других элементов. Элементы фосфор, калий, кальций и магний способны растворяться углекислотой, гуминовыми и фульвокислотами. Эти вещества участвуют в питании растений, способствуют разложению их остатков. Цель исследований – провести рециклинг органической фракции твердых бытовых отходов с помощью компостирования. Наша рабочая гипотеза: Сделать анализ загрязнителей, чтобы потом вносить эту органику при посадке сельскохозяйственных культур для получения высокой урожайности. Рациональная система удобрений является основным агротехническим приемом повышения плодородия почвы и продуктивности. Она основывается на биоклиматическом потенциале участка, особенностей растений и факторов рынка. Почвенные удобрения играют важную роль не только в пополнении питательных веществ (N, P, K и др. микроэлементы) для растений, но и мобилизуют питательные вещества в почву, что способствует повышению энергии жизнедеятельности почвы и улучшая ее свойства. Таким образом, научно обоснованные системы удобрений при применении в агроэкосистемах выполняют важную экологическую функцию.

Методы исследований

Одно из самых эффективных удобрений – органическое. Исследование продолжалось 3 года. Нами в течение трех лет (2018-2022 гг), на опытном участке в условиях Краснодарского края, был проведен следующий опыт. Весной был посажен гибрид кукурузы «Краснодарское 210» 6 рядов в 3-х кратной повторности. Варианты опыта были 200г/м², 400г/м², 600г/м², 800г/м² соответственно. Один участок оставлен контрольным, туда ничего не вносилось. На последний участок при достижении растениями фазы 5-6 листов внесено минеральное удобрение нитроаммофоска для сравнения результата выращивания кукурузы в обычных условиях. На поля, согласно агрономическим подходам именно на стадии 5 или 6 листа вносят минеральные удобрения, поэтому мы постарались не нарушить этого условия. Этим хотели продемонстрировать разные условия выращивания и показать, что компост с органикой может заменить химию на полях и продемонстрирует экологический подход к земледелию [5], [6]. Мы внесли органическую составляющую в перегнившем состоянии перед посевом кукурузы. Был проведен отбор образцов на содержание тяжелых металлов методом РФА. Компост полуперепревший из органических отходов и речного ила вносился осенью. За период зимы, мороз помог избавиться от лишней влаги, отходы стали более рыхлые и рассыпчатые, их переработали редуценты, что благоприятно сказалось потом на весенней обработке почвы. Схема опыта представлена на рисунке 1. Химический анализ почвы проводили в лаборатории Научно-исследовательского института Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т. Трубилина. Для проведения химических анализов почву отбирали методом конверта, согласно общепринятой методики ГОСТ 17.4.3.01-83. После чего почву высушивали до воздушно-сухого состояния и перетирали ее в фарфоровой чашке с использованием ступки, затем просеивали через сито с диаметром 1 мм.



Рисунок 1 - Схема опыта при внесении компоста

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.3.1>

Сегодня рациональное использование пестицидов позволяет поддерживать и сохранять высокое плодородие почвы. Органическое удобрение состояло из органических отходов. Наша цель получить компост, который зеленую массу увеличит и будет экологически приемлем для экологизации опыта. Для этого необходимо снизить количество вносимых удобрений и увеличить запасы питательных веществ в почве.

Результаты исследований

Ключевым фактором для нормального функционирования и роста растений является баланс макро- и микроэлементов. Макроэлементы, такие как N, P, K, Ca, Mg и S необходимы растениям в больших количествах и выполняют ряд функций. Их содержание определяет продуктивность культур. Недостаток питательных веществ неизбежно сказывается на урожайности и качестве продукции. Для растений не имеет значения, откуда поступают питательные вещества – из твердой фазы почвы или из удобрений. Важно, чтобы они присутствовали в почве в достаточном количестве и в оптимальных пропорциях. На всех уровнях агрохимии необходимо следить за балансом питательных веществ в системе почва-растение.

В стадии молочной спелости так же сравнивалась высота растений и представлена в таблице 5. Максимальная высота – 207,35 см в данной стадии наблюдается на ряду с внесением компоста 600г и 800 г, минимальная – 183,25 см на контрольном ряду [7], [8]. Результаты при 800г и 600 г сильно не отличались друг от друга, и этого вполне достаточно, чтобы вносить 6т/га компоста в виде органического удобрения.

Таблица 1 - Высота кукурузы в стадии молочной спелости початка

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.3.2>

Повторность	Компост 200 г	Компост 400 г	Компост 600 г	Компост 800 г	Минеральное удобрение	Контроль
1	190	195	200	210	200	185
2	185	190	205	205	195	180
3	190	190	209	207	195	185
Среднее	187,35	192,65	207,35	207,35	196,55	183,25

Примечание: 2018-2022 гг

Мы взяли выравненный опытный участок и в лабораторных условиях проанализировали составляющие компоста. Это речной ил, органические отходы, которые стали впоследствии компостом. Полученный и переработанный редуцентами компост вносили перед посевом культуры [8], [9], [10]. Лабораторный анализ методом РФА позволил определить тяжелые металлы (табл.6).

Таблица 2 - Накопление тяжёлых металлов

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.3.3>

Показатель	Mn, мг/кг сухого вещества	Cu, мг/кг сухого вещества	Pb, мг/кг сухого вещества	Fe, мг/кг сухого вещества	Co, мг/кг сухого вещества	Cr, мг/кг сухого вещества	Ni, мг/кг сухого вещества
ПДК	850	49,2	20	-	50	74	43
Почва	690,6±61	85±28	20±5	36,12±3,3	20±12	108±28	52±11
Ил	562,3±51,3	58±25	22±3,1	26,47±2,59	9±3,0	82±22	37±11
Компост	592,6±51	78±38	14±1,7	33,14±2,3	27±11	97±12	44±17

Примечание: Zn – г/кг сух. вещества

Можно сказать, что концентрация тяжелых металлов в почве не во всех случаях ниже предельно-допустимых концентраций.

Если сравнивать концентрации Mn от 592,6 (компост) до 690,6 мг/кг сухого вещества, видно, что цифры не превышают ПДК (850 мг/кг). Наиболее высокое содержание марганца отмечается в почвах, которые развиваются на основных породах. Они богаты соединениями железа или органическим веществом. Обычно Mn аккумулируется в верхнем слое почв, это связано с его фиксацией органическим веществом.

Содержание меди (Cu) в иле мало, (если сравнивать с содержанием в почве и в сложном органическом компосте), но при этом оно выше нормы ПДК. Цинк накапливается в приблизительно равных концентрациях во всех опытных образцах. При этом его минимальное количество составляет 49,2 мг/кг и превышает ПДК (50 мг/кг сухого вещества).

Содержание свинца в почве равно ПДК (20 мг/кг). Этот показатель меньше, чем в иле, (22 мг/кг сухого вещества), а сложный компост содержал 14 мг/кг. Чаще всего отмечалось, что наибольшие концентрации Pb обнаруживаются в верхнем слое почвы.

Различия в содержании железа в почве, иле и компосте незначительны. Значения составляют 36, 12 и 33,14 мг/кг сухого вещества соответственно.

Кобальт (Co) обнаружен в виде следов, его концентрация в почве, иле и компосте менялась от 9 до 27 мг/кг. Эти концентрации не превышают нормы ПДК (50 мг/кг).

Содержание хрома в почвах, которые не подвержены техногенному влиянию, зависит от содержания его в почвообразующих породах (например на серпентинитах его содержание составляет 0,2-0,4%). Песчаные почвы обычно содержат небольшие концентрации хрома. Общее содержание хрома в поверхностном слое почв США и мира в целом составляет 54 и 65 мг/кг соответственно. В почвах Китая, которые образовались на известняках, содержание хрома изменяется в пределах 22-500 мг/кг (среднее значение 150 мг/кг). Пределы колебаний содержания хрома в поверхностном слое почв СНГ колеблются в следующих пределах (в мг/кг): на подзолистых и песчаных почвах составляют 18 – 25, на солонцах и солончаках 78 – 99. На черноземных почвах 71 – 195, на луговых почвах 38 – 110.

Количество никеля в почве превышает ПДК на 12 мг/кг, в компосте – ПДК на 1 мг/кг, При этом его содержание в илах велико и составляет 38 мг/кг, они являются прекрасным компонентом сложного компоста. Содержание никеля в почвах также сильно зависит от его содержания в почвообразующих породах. Распределение Ni в почвенном профиле определяется такими факторами как: содержание органического вещества, аморфных оксидов и количество глинистой фракции.

Содержание органического вещества в почве очень важный показатель, от него зависят основные характеристики корнеобитаемого слоя. При этом структура, водопоглотительные свойства и физическая характеристика определяют не только плодородие почв, но и их деградацию.

Заключение

Есть мнение сегодня, что без рациональной системы удобрений невозможно получить высокие и стабильные урожаи, сохранить и повысить плодородие почвы и улучшить экономические показатели хозяйства. Экосистема будет иметь оптимальные связи и функционирование ее не нарушится, если максимально приблизить ее концепцию к природному образцу. В настоящее время вопрос органического вещества почв стоит очень остро, но решать этот вопрос как раньше, отправляя навоз на поля, уже не получается. Имеющаяся органика в виде органических отходов может быть альтернативой для повышения плодородия почвы. Органическое вещество при рециклинге отходов позволило нам наглядно продемонстрировать полученный результат. Наш метод и прием возделывания влияет на структурные особенности верхнего слоя почвы, водный и воздушный, питательный и тепловой режимы, которые, в свою очередь, влияют на условия роста растений, на зеленую массу и т.д. Органическое удобрение может заменить минеральные удобрения постепенно [9], [10]. Дозировка 600 г/м² идентична внесению на поля удобрений 6 т/га. Цель исследования достигнута, результат при внесении компоста 600 и 800 г/м² подобен варианту с минеральными удобрениями. Разрабатывая разные количественные дозы, получили похожие результаты при внесении 200 г/м² и на контроле. Результат с применением компоста 400 г/м² уже виден результат улучшения показателей. Можно сделать вывод о положительном результате и о замене минеральных удобрений компостом. Но использование органического компоста гораздо выгоднее с экономической и экологической точки зрения. Рециклинг органической фракции твердых бытовых отходов с помощью компостирования позволяет организовать практически безотходное производство.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.3.4>

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.3.4>

Список литературы / References

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. — Л.: Агропромиздат, 1987. — С. 30-56.
2. Белюченко И.С. Глобальность проблемы накопления отходов, пути и перспективы их использования (вместо предисловия) / И.С. Белюченко // Отходы, причины их образования и перспективы использования / Под ред. И.С. Белюченко. — 2019. — С. 15-16.
3. Белюченко И.С. Реутилизация отходов при создании сложных компостов / И.С. Белюченко // Отходы, причины их образования и перспективы использования / Под ред. И.С. Белюченко. — 2019. — С. 264-275.
4. Дудко Е.Е. Попытка создания компоста на основе домашних пищевых органических отходов / Е.Е. Дудко, Н.Н. Мамась // Экология речных ландшафтов. — Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. — С. 96-100.
5. Мамась Н.Н. Эффективность выращивания среднераннего гибрида подсолнечника Легион в условиях центральной зоны Краснодарского края / Н.Н. Мамась, Д.Б. Габараев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2021. — № 89. — С. 60-67. — DOI: 10.21515/1999-1703-89-60-67.
6. Мамась Н.Н. Состояние правобережной полосы р. Челбас на территории станицы Челбасской Краснодарского края / Н.Н. Мамась, О.В. Михайлюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2015. — № 105. — С. 252-265.
7. Mamas N. New Technological Concept of Utilization Animal and Poultry Waste / N. Mamas., A. Verbitsky, V. Verbitsky // Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering. — 2020. — P. 09011.
8. Mamas N. Ecological Features of lakE Karasun / N. Mamas // Innovative Technologies in Science and Education. — 2020. — P. 07009.
9. Мамась Н.Н. Исследование содержания органического вещества в донных отложениях на примере реки Понура / Н.Н. Мамась // Успехи современного естествознания. — 2019. — № 11. — С. 134-139.
10. Щербина В.Г. Применение системного подхода при биоиндикационном зонировании территории по уровню экологического риска / В.Г. Щербина, Н.К. Гудкова, Т.Л. Горбунова [и др.] // Экологический Вестник Северного Кавказа. — 2018. — Т. 14. — № 1. — С. 24-37.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alekseev Ju.V. Tjzhelye metally v pochvah i rastenijah [Heavy Metals in Soils and Plants] / Ju.V. Alekseev. — L.: Agropromizdat, 1987. — P. 30-56. [in Russian]

2. Beljuchenko I.S. Global'nost' problemy nakoplenija othodov, puti i perspektivy ih ispol'zovanija (vmesto predislovija) [Globalization of the Problem of Waste Accumulation, Ways and Prospects of its Utilization (instead of the preface)] / I.S. Beljuchenko // Othody, prichiny ih obrazovanija i perspektivy ispol'zovanija [Wastes, Reasons of their Formation and Prospects of Utilization] / Ed. by I.S. Beljuchenko. — 2019. — P. 15-16. [in Russian]
3. Beljuchenko I.S. Reutilizacija othodov pri sozdanii slozhnyh kompostov [Waste Reutilization at Creation of Complex Composts] / I.S. Beljuchenko // Othody, prichiny ih obrazovanija i perspektivy ispol'zovanija [Wastes, Reasons of their Formation and Prospects of Use] / Ed. by I.S. Beljuchenko. — 2019. — P. 264-275. [in Russian]
4. Dudko E.E. Popytka sozdanija komposta na osnove domashnih pishhevnyh organicheskikh othodov [An Attempt to Create Compost on the Basis of Domestic Food Organic Waste] / E.E. Dudko, N.N. Mamas' // Jekologija rechnykh landshaftov [Ecology of River Landscapes]. — Krasnodar: Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. — P. 96-100. [in Russian]
5. Mamas' N.N. Jeffektivnost' vyrashhivanija srednerannego gibrida podsolnechnika Legion v uslovijah central'noj zony Krasnodarskogo kraja [Efficiency of Growing Medium-Early Sunflower Hybrid Legion in the Conditions of the Central Zone of the Krasnodar Territory] / N.N. Mamas', D.B. Gabaraev // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. — 2021. — № 89. — P. 60-67. — DOI: 10.21515/1999-1703-89-60-67. [in Russian]
6. Mamas' N.N. Sostojanie pravoberezhnoj polosy r. Chelbas na territorii stanicy Chelbasskoj Krasnodarskogo kraja [The State of the Right Bank of the Chelbas River on the Territory of the Chelbasskaya Village of Krasnodar Krai] / N.N. Mamas', O.V. Mihajljuk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Polythematical Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. — 2015. — № 105. — P. 252-265. [in Russian]
7. Mamas N. New Technological Concept of Utilization Animal and Poultry Waste / N. Mamas., A. Verbitsky, V. Verbitsky // Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering. — 2020. — P. 09011.
8. Mamas N. Ecological Features of lake Karasun / N. Mamas // Innovative Technologies in Science and Education. — 2020. — P. 07009.
9. Mamas' N.N. Issledovanie sodержanija organicheskogo veshhestva v donnyh otlozhenijah na primere reki Ponura [A Study of Organic Matter Content in Bottom Sediments on the Example of the Ponura River] / N.N. Mamas' // Uspehi sovremennogo estestvoznanija [Successes of Modern Natural Science]. — 2019. — № 11. — P. 134-139. [in Russian]
10. Shherbina V.G. Primenenie sistemnogo podhoda pri bioindikacionnom zonirovanii territorii po urovnju jekologicheskogo riska [Application of the System Approach in Bioindication Zoning of the Territory on the Level of Ecological Risk] / V.G. Shherbina, N.K. Gudkova, T.L. Gorbunova [et al.] // Jekologicheskij Vestnik Severnogo Kavkaza [Ecological Bulletin of the North Caucasus]. — 2018. — Vol. 14. — № 1. — P. 24-37. [in Russian]