

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПУЛ В СИСТЕМЕ ДОСТУПНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ

¹Полоус В.С., ²Брусков В.Д., ^{3,4}Степанов С.П., ^{3,5}Проконова Л.О., ⁶Осауленко С.Н.

¹Фермерское хозяйство Новицкой Е.В., Огни, Алтайский край, e-mail: s.polous@list.ru;

²Производственный кооператив «Блок», Горячий Ключ;

³ООО «Агрохимическая лаборатория», Новая Адыгея;

⁴ФГБОУ ВО «Краснодарский государственный университет», Краснодар;

⁵ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», Краснодар;

⁶ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь

Цель исследования – определение разнообразия и качества современных доступных органических удобрений в отдельных регионах РФ. Биологические и минеральные компоненты навоза различных животных, куриного помета, биогумуса (червигумуса) являются основными продуктами стабилизации почвенного плодородия (так как их биологическая активность является результатом ферментации в организме животных, птицы или земляных червей) и только затем источниками минеральных элементов. Исследованиями 2021–2022 гг. установлено, что количество и видовой состав бактерий и грибов возрастает от навоза крупного рогатого скота ($1 \cdot 10^4$ и $1 \cdot 10^9$); к гранулированному куриному помёту ($2 \cdot 10^3$ и $2 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^3$); гранулированному навозу лошадей ($5 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^5$ и $1,4 \cdot 10^4 + 5,5 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^5$); достигает максимума в биогумусе ($3 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^3$ и $1 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^5 + 1,8 \cdot 10^6 + 10 \cdot 1 \cdot 10^7$) соответственно, титр КОЕ в см³. Содержание минеральных веществ в навозе данных животных и курином помёте также значительно уступает их наличию в биогумусе и вытяжке из него. В системе интенсивного химического земледелия снизилось количество и видовой состав биоты в почвах, а следовательно, в кормах, что спровоцировало широкое использование ветеринарных препаратов в отрасли; и проведение обеззараживания продуктов их жизнедеятельности. В современном земледелии также возросла роль производства и внесения дополнительных источников органического вещества: торфа, сидератов и соломы зерновых и других культур, которые активнее минерализуются в присутствии почвенных микроорганизмов и сбалансированном соотношении C:N. Сельхозпроизводители еще недооценивают преимущества заделки органики способом энергосберегающих обработок почвы в сравнении с традиционной запашкой плугом. Развивается рынок гранулированных органических удобрений для использования в традиционных и ресурсосберегающих технологиях.

Ключевые слова: навоз, помет, биогумус, бактерии, грибы, макроэлементы, торф, сидераты, солома, энергосберегающие обработки

BIOLOGICAL POOL IN THE SYSTEM OF AVAILABLE ORGANIC FERTILIZERS AND ENERGY-SAVING SOIL TREATMENTS

¹Polous V.S., ²Brusov V.D., ^{3,4}Stepanov S.P., ^{3,5}Prokopova L.O., ⁶Osaulenko S.N.

¹E.V. Novitskaya's farm, Ogni village, Altai Krai, e-mail: s.polous@list.ru;

²Production cooperative Blok, Goryachi Klyuch;

³Agrochemical Laboratory, Novaya Adygeya;

⁴Krasnodar State University, Krasnodar;

⁵Kuban State Agrarian University, Krasnodar;

⁶Stavropol State Agrarian University, Stavropol

The purpose of the research is to determine the diversity and quality of modern available organic fertilizers in certain regions of the Russian Federation. Biological and mineral components of manure of various animals, chicken manure, vermicompost (chervigumus) are the main products of soil fertility stabilization. Since their biological activity is the result of fermentation in the body of animals, birds or earthworms; and only then sources of mineral elements. Studies of 2021–2022 found that the number and species composition of bacteria and fungi increases from cattle manure – $1 \cdot 10^4$ and $1 \cdot 10^9$; to granulated chicken droppings – $2 \cdot 10^3$ and $2 \cdot 10^5 + 3 \cdot 10^3$; granulated horse manure – $5 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^5$ and $1,4 \cdot 10^4 + 5,5 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^5$; reaches a maximum in vermicompost $3 \cdot 10^5 + 2 \cdot 10^3$ and $1 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^5 + 1,8 \cdot 10^6 + 10 \cdot 1 \cdot 10^7$ Respectively, the CFU titer is in cm³. The content of minerals in the manure of these animals and chicken manure is also significantly inferior to their presence in vermicompost and extract from it. In the system of intensive chemical agriculture, the amount and species composition of biota in soils and, consequently, in feed decreased, which provoked the widespread use of veterinary drugs in the industry; and the disinfection of their waste products. In modern agriculture, the role of production and introduction of additional sources of organic matter has also increased: peat, siderates and straw of cereals and other crops; which are more actively mineralized in the presence of soil microorganisms and a balanced C:N ratio. Agricultural producers still underestimate the advantages of embedding organic matter in the way of energy-saving soil treatments in comparison with traditional plowing with a plow. The market of granular organic fertilizers for use in traditional and resource-saving technologies is developing.

Keywords: manure, manure, vermicompost, bacteria, fungi, macroelements, peat, siderates, straw, energy-saving treatments

Жизненно необходимое производство разнообразной сельскохозяйственной продукции на миллионах гектаров исторически взаимосвязано с биологическим ресурсом почвы – почвенным плодородием, созданным деятельностью микроорганизмов, червей и других полезных обитателей пашни; а также растений с их способностью к фотосинтезу.

Как показывает многолетняя практика земледелия, высокая биологическая активность почвы, т.е. ее плодородие (заметим, первоначально это бесплатный природный ресурс на целинных и залежных землях), постоянно снижается при проведении интенсивных обработок почв; использовании азотных и других химических удобрений, а впоследствии и широкого ассортимента пестицидов; возделывания меньшего разнообразия растений.

Для сдерживания процессов разрушения основного средства производства – почвенного плодородия в земледелии и растениеводстве в XX в. научными учреждениями разрабатывались и предлагались к использованию правила или системы: способов и приемов обработки почвы; удобрения почвы и растений; их защиты от вредных объектов (сорняков, вредителей и болезней); оптимальных севооборотов.

Современные системы использования средств плодородия предполагают, что зерновые, технические и кормовые культуры эффективнее возделывать с применением различных минеральных удобрений. В Российской Федерации производство азотных, фосфорных, калийных и сложных удобрений постоянно совершенствуется и увеличивается. Это позволило в 2021 г. только по Краснодарскому краю применить туки под полевые культуры в количестве 351,4 тыс. т на площади 1949,7 тыс. га [1]. Однако, несмотря на устойчивый рынок минеральных удобрений и их постоянное применение, не удается остановить снижения физических [2], биологических показателей почвы и ее плодородия [3–5], а следовательно, сохранить устойчивость и доходность сельскохозяйственного производства [6]. Кроме указанных недостатков химические удобрения имеют высокую стоимость и не окупаются при дефиците осадков. Только при оптимальной увлажненности почвы минеральные удобрения способны повысить урожайность полевых культур и количество пожнивных и корневых остатков. Но они не оказывают положительного действия на почвенную биоту, лишь способствуют ее снижению.

В значительно меньшей степени системы применения средств плодородия аргументируют целесообразность регулярного использования таких дешевых органических удобрений, какими являются побочные продукты животноводства. Длительная практика применения данных удобрений в первую очередь связана с тем, что они являются активными биологическими веществами, прошедшими ферментацию в организме животных, и только затем источника различных минеральных элементов.

Биологическая ценность навоза или помета для почвы и культивируемых растений связана с наличием в них значительного разнообразия преимущественно полезной биоты. Формирование многокомпонентной живой структуры в указанных удобрениях зависит от почвенных микроорганизмов полей, сельскохозяйственных растений и видов животных, утверждал академик Т.Д. Лысенко еще в 1960-е гг. На взаимосвязь явлений в данной биологической цепочке указывают и современные исследования [7–9].

Кроме сельскохозяйственных животных и птицы, имеющих физиологическую способность превращать часть потребленных кормов и воды в навоз или помет, существуют и беспозвоночные животные – земляные (дождевые) черви, которые в течение сотен лет наилучшим образом обрабатывают почву и участвуют в процессах формирования ее плодородия [10]. Обитая в почве, они создают ценное органическое удобрение, 1 м³ которого по биологической активности равен 70 м³ почвы или 4–8 т навоза сельскохозяйственных животных [11]. Дождевые черви сокращают период гумификации растительных остатков более чем в 50 раз [12] и в течение 4–6 месяцев своей жизнедеятельности создают уникальный продукт для оздоровления почвы, в котором содержится 25–35% гумуса и другие вещества в доступной для почвенной биоты и полевых культур форме. При его внесении растения в период вегетации повышают устойчивость к болезням и вредителям [13]. Еще Дарвин указывал на особенность их желудка и пищеварительной системы, способной разлагать и в значительной мере превращать в перегной (гумус) растительные и другие вещества [14], что не могут делать никакие сельскохозяйственные животные и птица; и даже отдельные почвенные микроорганизмы [13]. В результате жизнедеятельности червей в почве создаются биологически активные вещества,

в том числе некоторое количество копролитов, которые содержат уже в доступной форме значительное количество азота, фосфора, калия и другие необходимые растениям элементы питания. Копролиты имеют мелкокомковатую водопропрочную структуру, диаметром от 0,5 мм и являются ценной составной частью почвенных агрегатов. В почве черви передвигают и формируют множество ходов, протяженностью тысячи километров на гектар [12], которые повышают проникновение воздуха, осадков, растворов и корневой системы растений. Эти показатели в значительной степени благоприятны при использовании системы ресурсосберегающего земледелия и технологии no-till [15]. В России дождевых червей породы Старатель размножают в различных регионах страны отдельные предприятия и землепользователи.

Цель исследования – определение разнообразия и качества современных доступных органических удобрений в отдельных регионах РФ. Оценка биологических и минеральных компонентов навоза различных животных, куриного помете, биогумуса; а также других источников органического вещества: торфа, сидератов и соломы зерновых культур, как основных элементов, участвующих в стабилизации почвенного плодородия в современном земледелии.

Материалы и методы исследования

Проведен обзор научной литературы и выполнены лабораторные исследования в аккредитованных организациях по био-

логической и питательной ценности современных доступным органических удобрений по существующим ГОСТам; проанализированы приемы их заделки в почву; собрана информация рынка органических удобрений и отдельные результаты их применения землепользователями.

Результаты исследования и их обсуждение

В современных условиях почвенный биологический пул, как основа плодородия и рентабельного производства, возрастает с переходом на энергосберегающие приемы основной обработки почвы [16] восстановлением количества и разнообразия биоты [17]; возделывании более широкого спектра полевых культур в основных [18] и повторных посевах [19].

Землепользователи всех форм собственности в текущий период могут поддерживать биологическую активность пашни разнообразными и доступными органическими удобрениями, целенаправленно занимаясь их производством в хозяйстве. Формирование высокого качества любых органических удобрений невозможно без периодического определения видового состава и количества биоты. В настоящее время такие исследования выполняются в научных и специализированных лабораториях.

Авторы исследовали готовые к применению партии навоза крупного рогатого скота (КРС), лошадей, птицы; биогумуса на содержание бактериальной и грибной микрофлоры (табл. 1).

Таблица 1

Содержание биоты в навозе КРС, гранулированном курином помете, биогумусе и вытяжке из биогумуса

| Показатели | Титр, КОЕ бактбактериальной микрофлоры, см ³ | Титр, КОЕ грибной микрофлоры см ³ |
|--|--|--|
| Навоз КРС подстилочный 12, 12 месяцев хранения, Краснодарский край, анализ 2021 г. | 1·10 ⁹ | 1·10 ⁴ |
| Гранулированный куриный помет из Республики Марий Эл, анализ 2021 г. | 1·10 ⁷ | 1·10 ¹⁰ |
| Гранулированный куриный помет из Кемеровской области, анализ 2022 г. | 2·10 ⁵ и 3·10 ³ | 2·10 ³ |
| Гранулированный конский навоз, Краснодарский край, анализ 2021 г. | 1,4·10 ⁴ и 5,5·10 ³ и 1·10 ⁵ | 5·10 ³ и 1·10 ⁵ |
| Биогумус Краснодарский край, анализ 2021 г. | 1·10 ³ и 1·10 ⁵ и 1,8·10 ⁶ и 10·10 ⁷ | 3·10 ⁵ и 2·10 ³ |
| Вытяжка из биогумуса, 2021 г. | 4·10 ⁵ | 1·10 ³ |

Примечание: данные получены в лаборатории по существующим методикам, на имеющемся оборудовании и квалификации специалистов.

Для многих земледельцев органические удобрения в основном ассоциируются с навозом КРС и свиней; в меньшей степени других животных – лошадей и овец. Наибольшим многообразием и количеством микрофлоры выделялся биогурус, в котором имелось до 13 видов бактерий и 5 видов грибов. В конском навозе отмечено значительное содержание биоты, в том числе 7 видов бактерий, 6 видов грибов при хорошей их численности. В образце куриного помета 2021 г. видовой состав и численность микроорганизмов была значительно ниже, чем в конском навозе. Навоз КРС содержал большое количество бактерий и грибов, но не имел их разнообразия, в связи с чем существенно уступал по этому показателю вытяжке из биогуруса.

Следовательно, биологическая активность этих органических удобрений зависит от разнообразия и численности биоты, которая формируется различными сельскохозяйственными животными и птицей; но наибольшую биогенность такого продукта обеспечивают почвенные черви. Старатель в биогурусе и вытяжке из биогуруса.

На Кубани в 2021 г. хозяйства, где сохранилось животноводство как отрасль, успешно применили 3691,7 тыс. т органических удобрений [1].

В условиях интенсивного химического земледелия на значительных площадях уменьшилось содержание и видовой состав почвенной микробиоты; что явилось основанием для замещения значительной доли супрессивной микрофлоры на патогенную, которая попадает в организм животных и птицы с различными кормами, полученными при возделывании полевых культур

и их переработке (концентратами, силосом, сеном и др.). Естественно, низкое качество выращенных кормов и воды; ветеринарные препараты (от туберкулеза, сибирской язвы, чумы, ящура; гельминтов и других болезней и паразитов) [20] заметно влияют на биологическую ценность мяса и продуктов его переработки, а также навоза КРС, свиней и помета птицы. При содержании животных на природных лугах и пастбищах эти проблемы мало актуальны [21].

В современных условиях производства животноводческой продукции возникла острая необходимость проведения ферментации навоза и помета животных и птицы, как биологически сложных отходов. Например, по содержанию биогенных веществ свиноводческий комплекс на 54 тыс. голов эквивалентен городу со 100-тысячным населением [22].

Обеззараживание (ферментация) этих ценных для земледелия отходов традиционно происходит при длительном, 2 и более лет, хранении в буртах (что также снижает всхожесть семян сорняков). Однако уже существуют технологии температурных [23] и микробиологических обработок [24, 25], позволяющих выполнять эту важную работу за более короткий период.

В свежем навозе и помете, который является результатом многочасовой биоферментации различных кормов, воды микробиомом желудка животных, остается 20–50% азота, 50–70% фосфора и калия, от содержания их в сене, силосе, зерновых концентратах и других продуктах [26, 27]. В бесподстилочном навозе и помете преимущественно находятся частицы кормов от 0,1 до 5,0 мм [22].

Таблица 2

Минеральный состав твердой фракции свежих экскрементов различных животных и птицы, кг/т

| Показатели | Навоз | | | | Куриный помет |
|----------------|-------|--------|---------|------|---------------|
| | КРС | свиней | лошадей | овец | |
| Влажность, % | 83,8 | 82,0 | 75,7 | 64,3 | 62,5 |
| Сухое вещество | 162 | 180 | 243 | 345 | 200 |
| Общий азот | 2,9 | 6,0 | 4,4 | 5,5 | 16 |
| Фосфор | 1,7 | 4,1 | 3,5 | 3,1 | 15 |
| Калий | 1,0 | 1,5 | 3,5 | 4,6 | 8,0 |
| Кальций | 3,5 | 0,9 | 1,5 | 3,3 | 24,0 |
| Отношение C:N | 5:1 | 250:1 | 10:1 | 10:1 | 8:1 |

Примечание: по данным [28, 11, 22].

Содержание основных минеральных питательных веществ в навозе животных и помете птицы не является постоянным и зависит от рациона питания, технологии содержания и срока определения [11]. Наличие некоторых минеральных элементов в свежем навозе и курином помете представлено в табл. 2. Для удобства проведения сравнительного анализа питательной ценности экскрементов животных и птицы данные представлены в килограммах на тонну продукта.

Наиболее высокое количество сухого вещества, 243–345 кг/т, имел навоз лошадей и овец. По наличию макроэлементов куриный помет многократно превосходит навоз других животных. Наиболее высокое содержание углерода отмечено в свином навозе (250:1), что требует дополнительного использования азотных удобрений для оптимизации соотношения данных элементов.

Имеются данные [26] о наличии в навозе жвачных животных различных микроэлементов: бора – 101,0 г; марганца – 1005,4 г; кобальта – 5,2 г; меди – 78,0 г; молибдена – 10,3 г. Указанное количество полезных веществ содержится в 20 т навоза. В курином помете были найдены аминокислоты [28]: лизин – 0,218; гистидин – 0,034; аспарагиновая кислота – 0,476; серин – 0,190; глутаминовая кислота – 0,692; глицин – 0,229; аланин – 0,298; валин – 0,090; изолейцин – 0,070; лейцин – 0,214; тирозин – 0,092; фенилаланин – 0,085; триптофан – 0,838 (в % сухого вещества).

Важным компонентом испражнений животных являются их жидкие выделения, которые имеют значительное различие по содержанию сухого вещества. Например, в моче свиней их определено 33 кг/т, что в 2 раза меньше, чем у КРС, и в 10 раз

меньше, чем у овец. Однако жидкая фракция свиных выделений содержит в несколько раз больше общего азота, фосфора, калия (соответственно 19,5; 0,7; 8,3 кг/т), чем у крупного рогатого скота. Это является результатом кормления свиноголовья преимущественно зерновыми кормами [28].

Собственные авторские исследования позволили дополнить известную информацию по химическому составу некоторых органических удобрений. Ведь за прошедшие 20 лет значительно снизилось плодородие черноземов, а следовательно, и содержание макро- и микроэлементов в растениях и кормах (табл. 3).

По опубликованным данным [29] в процессе ферментации возможно провести обогащение подобных удобрений биотой макро-, микроэлементами и другими полезными веществами, тем самым существенно изменить их первоначальный состав. Кроме того, гранулирование куриного помета повышает равномерность его распределения по полю при внесении разбрасывателями, а также создает возможность припосевного внесения обычными и пневматическими сеялками. В количестве 100 и более кг/га. Ведь в 1 т такой органики содержатся биологически активные вещества, а также до 4,0 кг фосфора и 6,0 кг калия в доступном для растений состоянии, а также 20 кг общего азота и 950 кг органического вещества при РН солевой вытяжки 8,0. А самое важное – это микробиота, которая восстанавливает биологический пул почвы. Готовый к применению навоз КРС содержит в меньших количествах органическое вещество и макроэлементы, что требует его применения в значительно больших дозах (20–60 т/га и более) в зависимости от фактического плодородия почвы.

Таблица 3

Минеральный состав навоза КРС и гранулированного птичьего помета, кг/т

| Показатели | Навоз КРС подстилочный, 12 месяцев хранения, анализ 2021г | Гранулированный куриный помет | |
|-----------------------|---|--|--|
| | | из Республики Марий Эл, анализ 2021 г. | из Кемеровской области, анализ 2022 г. |
| Рн солевой вытяжки | 5,48 | 7,57 | 8,08 |
| Органическое вещество | 836 | 953 | 937 |
| Общий азот | 2,1 | 20,4 | 13,1 |
| Фосфор подвижный | 1,0 | 4,0 | 3,8 |
| Калий подвижный | 2,3 | 6,0 | 5,4 |
| Кальций обменный | 7,7 | 9,7 | 8,42 |
| Сера подвижная | 0,4 | 0,4 | 0,5 |

Но будем объективными. Недостаточное количество поголовья различных животных и птицы в данный период не позволяет наладить массовое производство и применение навоза и помета в сельхозпредприятиях регионов. Однако реальным выходом из данной ситуации является приготовление искусственных органических удобрений с использованием дождевых червей.

Дождевых червей породы Старатель длительный период размножают некоторые биологи и земледельцы в отдельных регионах страны на различных субстратах и получают оригинальный биологический продукт (червигумус, или вермигумус, или биогумус), отличающийся от навоза и помета по содержанию биоты, минеральных и других элементов. Опубликованные данные (2000–2012 гг.), а также авторские исследования, выполненные в 2022 г., позволили конкретизировать информацию о составе биогумуса различных производителей и вытяжке из него (табл. 4).

Биогумус, как органическое удобрение, в значительном диапазоне изменяет состав активных элементов, в зависимости от используемого субстрата, возраста червей, их дополнительных подкормок органическими продуктами, не содержащими остатков удобрений и пестицидов и соблюдении других элементов биологической безопасности.

Производители биогумуса (1, 2, 4) использовали в качестве субстрата подстилочный навоз КРС и другие виды навоза, помета и пищевых отходов. Питание червей данными биоматериалами способствовало формированию в продукте общего азота – 7,3, фосфора – 4,7–8,0 и калия – 7,0 кг/т.

Большее количество доступных веществ для питания растений накапливалось в биогумусе при использовании навоза КРС и свиней в качестве субстрата (3-й производитель), где имелось до 300 кг гумуса; 22,0 кг общего азота, 29,0 кг калия и 5,0 кг кальция на 1 т удобрений.

Значительные отличия по содержанию органического вещества, кальция и соотношения углерода к азоту, а также биологической активности (табл. 1) имеет биогумус, где субстратом являлись древесные опилки (производитель 5-й и 6-й продукции – ПК «Блок», Краснодарский край). Вытяжка из биогумуса содержала в 1 т продукта 403 кг органического вещества; значительные количества фосфора, калия и кальция – соответственно 56,7; 428,0; 300,0 кг в доступной форме.

В сельскохозяйственном производстве в значительных объемах используются торф, солома зерновых культур, в отдельных хозяйствах выращивают бобовые сидераты. Это важные источники органических удобрений, обогащающие почву углеродом, макроэлементами и многими полезными веществами. Постоянное использование данного резерва особенно целесообразно для земледельцев, не имеющих отрасли животноводства. В земледелии формируется практика использования в качестве источников органического вещества соломы зерновых культур (и других пожнивных остатков): и в меньшей степени растительной массы сидеральных посевов и торфа. Наличие минеральных питательных элементов в торфе, зеленых удобрениях из бобовых культур и соломе зерновых представлено в табл. 5.

Таблица 4

Минеральный состав биогумуса при использовании разнообразных субстратов, кг/т

| Показатели | Производители биогумуса | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Влажность, % | 25 | 28 | 35 | 40 | 45 | 98 |
| Органическое вещество | не указано | 203 | не указано | не указано | 956 | 403 |
| Гумус | не указано | не указано | до 300 | не указано | до 350 | не указано |
| Общий азот | 10 | 7,3 | 22,0 | 19,04 | 10,5 | 22,1 |
| Фосфор | 8 | 6,0 | 29,0 | 4,7 | 13,5 | 56,7 |
| Калий | 18 | 12,7 | 22,5 | 7,0 | 12,3 | 428 |
| Кальций | не указано | не указано | 57,0 | 44,0 | 136 | 300 |
| Магний | не указано | не указано | не указано | 4,6 | 1,5 | 1,2 |
| Отношение C:N | 25:1 | 12:1 | не указано | не указано | 39:1 | 10:1 |

Примечание: по данным [28, 12].

Таблица 5

Минеральный состав органических удобрений из торфа, сидератов и соломы, кг/т

| Показатели | Торф низинный | Зеленое удобрение из бобовых | Солома зерновых |
|------------------------|---------------|------------------------------|-----------------|
| Влажность, % | 60 | 80 | 16 |
| Органическое вещество, | 350 | 140 | 800 |
| Общий азот | 10,0 | 5,0 | 4,0 |
| Фосфор | 1,2 | 1,1 | 1,5 |
| Калий | 0,7 | 3,0 | 10,0 |
| Кальций | 15,0 | 3,0 | 2,0 |
| Отношение C:N | 60:1 | 20:1 | 80:1 |

Примечание: по данным [30–32].

Торф за несколько месяцев до внесения в почву измельчается и хранится в кучах для разложения кислотных соединений. Значительное содержание органического вещества, общего азота и кальция делает торф полезным органическим удобрением для почвы, особенно в местах его добычи [30].

В зеленых удобрениях (сидератах) влажность растений достигает 80 %, содержание органических и минеральных соединений в 1 т заметно ниже, чем у торфа. Однако при урожае массы в 40 т/га в почву поступает до 200 кг/га общего азота, 40 кг/га фосфора и 45 кг/га калия, а также значительное количество кальция; указанные элементы будут доступны растениям после минерализации [31].

В соломе зерновых культур высокое содержание органического вещества, 800 кг/т, которое включает целлюлозу, гемицеллюлозу, лигнин, декстрин, сырой протеин, а также макро- и микроудобрения [32]. Такие пожнивные остатки разлагаются на более простые соединения в почве при наличии в ней различных групп почвенных микроорганизмов. Солома является самым доступным и технологичным органическим удобрением. Например, при урожайности озимой пшеницы 6 т/га только от поверхностных пожнивных остатков (без корней) после их минерализации в течение 4–6 и до 12–15 месяцев на 1 га поступит до 2160 кг углерода, 35 кг азота, 8,5 кг фосфора и 112 кг калия в биологически доступной для питания растений форме.

Пожнивные остатки лучше разлагаются в поверхностном слое почвы 0–12 см, поэтому их заплата на глубину 20–30 см нежелательна, так как с увеличением глубины основной обработки в анаэробных условиях

усиливается минерализация азота и других элементов; происходит сокращение численности и видового состава почвенной биоты.

Любые органические удобрения (навоз, помет, биогумус, торф, сидераты и пожнивные остатки с корневой системой растений) увеличивают водопроницаемость, агрофизические и биологические свойства почвы, а в совокупности урожайность и качество полевых культур. Приводим несколько примеров.

В Ростовской области на черноземах урожайность подсолнечника в среднем за 2015–2017 гг. с применением $N_{75} P_{75} K_{75}$ составила 2,33 т/га, а при внесении под осеннюю вспашку 10 т/га куриного помета – 2,48 т/га [33].

В Китае выращивание полевых культур с пониженными нормами минеральных удобрений и использованием соломы способствовало улучшению питательного режима почвы и урожайности возделываемых культур [34].

Выращивание картофеля в Республике Беларусь в 2021–2022 гг. с использованием гранулированного куриного помета в количестве 1 и 4 т/га формировало урожайность культуры от 58,1 до 82,1 т/га с содержанием крахмала более 10 %, в зависимости от количества выпавших осадков [35].

Исследованиями [36] установлено, что вермикомпост, сформированный на субстрате свиного навоза, как нетрадиционное органическое удобрение, увеличивал содержание нутриентов в болгарском перце (*Сар-sicum annuum* L.).

Таким образом, сельхозпроизводители, у которых отсутствует животноводство, имеют возможности регулярного использования других органических удобрений. По расчетам авторов, в хозяйствах, где со-

хранилось животноводство, выполнение комплекса работ по компостированию, хранению, перевалке, внесению и заделке навоза обходится от 400 руб/т, что при внесении 50 т/га формирует затраты в 20 тыс. руб/га и более. Но они окупаются за несколько лет повышением биологической активности почвы и дополнительными урожаями полевых культур.

В настоящее время формируется рынок органических удобрений, где за ферментированный гранулированный птичий помет предлагают до 23 тыс. руб/т; биогумус на субстрате из опилок – до 120 тыс. руб/т, вытяжку из биогумуса – до 180 тыс. руб/т; гранулированный навоз лошадей и КРС – от 70–90 тыс. руб/т.

Выводы

1. Навоз различных животных и помет птицы быстрее поступает в обращение, если ферментируется температурной обработкой или биологическими методами с участием супрессивных микроорганизмов.

2. В результате жизнедеятельности дождевых червей Старатель через 4–6 месяцев формируется биогумус, многократно превосходящий по разнообразию и содержанию ценной микробиоты все виды навоза и помета.

3. Торф (в местах добычи), зеленые удобрения из бобовых растений и солома зерновых культур являются доступными и дешевыми органическими удобрениями, которые целесообразно ежегодно использовать.

4. При энергосберегающих обработках органические удобрения, растительные остатки сидератов и соломы интенсивнее подвергаются минерализации в поверхностном, 0–12 см, слое почвы, обладающем максимальной биологической активностью.

Список литературы

1. Росстат по Краснодарскому краю и Республике Адыгея. Пресс-выпуск от 09 марта 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://krsstat.gks.ru/> (дата обращения: 26.08.2023).
2. Фаизова В.И. Изменение свойств и микробиологических показателей черноземов Центрального Предкавказья при сельскохозяйственном использовании: дис. ... докт. сельхоз. наук. Ставрополь, 2016. С. 211–235.
3. Соколов М.С., Дородный Ю.Л., Марченко А.И. Здоровая почва как необходимое условие жизни человека // Почвоведение. 2010. № 7. С. 858–866.
4. Козлов Е.М. Экологические проблемы в сельском хозяйстве и некоторые соображения о путях их преодоления // Материалы 5-й международной научно-практической конференции. Центр научного знания «ЛОТОС». Ставрополь, 2014. С. 4–15.
5. Савич В.И., Наумова Л.М., Муради Л.М., Трубицина Е.В. Скрытое отрицательное действие удобрений и мелиорантов // Земледелие. 1988. № 10. С. 24–26.

6. Полоус В.С., Степанов С.П., Прокопова Л.О., Осаленко С.Н. Возможности стабилизации биологической активности почвы при использовании органических, минеральных удобрений, микроорганизмов и ресурсосберегающих обработок // Успехи современного естествознания. 2023. № 1. С. 13–19.

7. Джейм М. Джей, Мартин Дж. Лесснер, Дэвид А. Гольден. Современная пищевая микробиология / Пер. с англ. М.: БИОМ. Лаборатория знаний, 2017. 887 с.

8. Кудеяров В.Н., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Современное состояние почв агроценозов России. Меры по их оздоровлению и рациональному использованию // Агрохимия. 2017. № 6. С. 3–11.

9. Селезнева Н.А., Тишкова А.Г., Федорова Т.Н., Савченко Н.Е., Асеева Т.А. Изменение химических и микробиологических свойств почвы при антропогенном воздействии в полевом севообороте // Достижение науки и техники в АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 5–10.

10. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во Московского университета, 1989. 336 с.

11. Шейджен А.Х., Онищенко Л.М., Прокопенко В.В. Удобрения, почвенные грунты и регуляторы роста растений. Майкоп: Изд-во ГУРИПП, 2005. 400 с.

12. Горбунов В.В. Дождевые черви для повышения урожая. М.: Стрель, 2012. 188 с.

13. Игонин А.М. Как повысить плодородие почвы в десять раз с помощью дождевых червей. М.: Маркетинг, 2000. 87 с.

14. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 343 с.

15. Кутюва О.В., Никитин Д.А., Гераськина А.П. Технология no-till как фактор активности почвенных беспозвоночных в агрочерноземах Ставропольского края // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 1. С. 199–210.

16. Мокриков Г.В., Минникова Т.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Изменения содержания и состава органического вещества черноземов Приазовья при использовании технологии прямого посева // Агрохимия. 2020. № 1. С. 18–24.

17. Турусов В.И., Чевердин Ю.И., Титова Т.В., Беспалов В.А., Сапрыкин С.В., Гармашева Л.В., Чевердин А.Ю. Взаимосвязь микробиологических параметров и физических свойств черноземных почв // Агрохимия. 2017. № 11. С. 3–12.

18. Мерзлая Г.Е. Биологические факторы в системах удобрения // Агрохимия. 2017. № 10. С. 24–36.

19. Марцинкявичене А., Богужас Б., Баилите С., Пуपालене Р., Величка Р. Влияние севооборотов, промежуточных посевов и органических удобрений на ферментативную активность почвы и содержание гумуса в органическом земледелии // Почвоведение. 2013. № 2. С. 219–225.

20. Соколова Н.Р., Кондратьев А.В. Навоз и помет превратить бы в доход // ТБО-обращение с отходами. 2020. № 2. С. 14–19.

21. Бачин С. Органика. Мифы и реальность. М.: Хлеб-Соль, 2016. 127 с.

22. Андреев В.А., Новиков М.Н., Лукин С.М. Использование навоза свиней на удобрение. М.: Росагропромиздат, 1990. 94 с.

23. Цой С. Химический состав птичьего помета до и после процесса низкотемпературного обезвоживания в вакууме в процентах. Куриный помет. [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.net/6_80827_himicheskiy_sostav_ptichyego-pometa-do-i-posle-protfessa-nizkotemperaturnogo-obezvozhivaniya-v-vakuume-v-protsentah.html/ (дата обращения: 21.02.2023).

24. Дмитриев В.И., Мартынова И.В., Кочкина Л.И. Способ микробиологической переработки птичьего помета. Патент. RU 2437864 С1. Патентообладатель ООО «Микробиотех». Бюл. ФИПС. 2011. № 36.

25. Сидоренко О.Д. Использование продуктов биоконверсии отходов животноводства в качестве органических удобрений (Концепсия) // *Агрохимия*. 2018. № 4. С. 36–38.
26. Навоз и его химический состав на подстилке. [Электронный ресурс]. URL: <https://hous-animals.ru/spravochnik/navoz-himicheskiy-sostav-navoza/> (дата обращения: 15.03.2023).
27. Мирошникова М.С., Арифанов А.Е. Микробиоценоз рубца – инструмент к построению искусственных биосистем. Биореактор на основе рубца // *Животноводство и кормопроизводство*. 2021. Т. 4. № 3. С. 57–69.
28. Научные основы производства и использования органических удобрений в зоне юго-западного Предкавказья: коллективная монография. Краснодар: Просвещение, 2000. С. 50–51.
29. Седых В.А. Экологическая оценка использования куриного помета на почвах таежно-лесной зоны: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Москва, 2013. 46 с.
30. Органические удобрения. Виды, свойства и использование органических удобрений. [Электронный ресурс]. URL: https://itexn.com/4886_organicheskie-udobreniya-vidy-svoystva-ispolzovanie-organicheskikh-udobrenij.html (дата обращения: 04.03.2023).
31. Шрамко И.В., Вихорева Г.В. Роль бобовых трав в изменении гумусированности дерново-подзолистых почв Верхневолжья // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 3 (19). С. 125–132.
32. Минеев В.Г., Сычев В.Е., Гамзиков Г.П. Агрохимия: учебник / Под ред. В.Г. Минеева. М.: Издательство ВНИИА им Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
33. Турчин В.В., Сисин А.В., Баленко Е.Г. Действие компоста из куриного помета на урожайность и качество семян подсолнечника // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2017. № 4. С. 14–19.
34. Chen Zhu, Yue Jingjing, Hu Hongxiang, Yan Yainan, Di Yunfei Effects of straw incorporation and reduction of chemical fertilizer on soil nutrients and crop yield in farmland // *SCIREA Journal of Agriculturs*. 2016. Vol. 1, Is. 1. P. 124–134.
35. Царева М.В. Влияние доз и способов внесения термически высушенного куриного помета на урожайность и качество картофеля // *Агрохимический вестник*. 2022. № 6. С. 52–57.
36. Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A., Metzger J.D. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes // *Biores. Technol.* 2000. № 75. P. 175–180.