

УДК 330.314

DOI: 10.31040/2222-8349-2019-0-3-119-124

**«МУСОРНАЯ» РЕФОРМА КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА УФА)**

© Р.Р. Зайнуллин

Автором предпринята попытка рассмотреть начатую в 2019 г. в России «мусорную» реформу сквозь призму экономики замкнутого цикла.

В первой части статьи приводится принципиальная схема движения вещества и энергии в процессе производства и потребления пищи, с последующим образованием отходов, составляющих около 40% объема твердых коммунальных отходов (далее – ТКО), но загрязняющих и делающих практически невозможной переработку всех ТКО. Графически отображено замыкание контуров прямых и обратных связей для целей образования замкнутой системы (хозяйственного кругооборота), которой возможно управлять. Указано на существенную разницу между методами переработки органического вещества отходов: минерализация вне почвы и консервация с пропорциональным возвратом в почву для последующей минерализации. То есть в «обратной связи» в виде производимых органоминеральных удобрений важны не только количественные (элементы питания), но и качественные показатели (состояние органического вещества). На основе данных агрохимии и почвоведения сделан вывод о том, что оптимальным способом консервации органического вещества является низкотемпературная сушка ($\approx 110\text{--}120^\circ\text{C}$). При этом, дополнительная обработка химическими средствами и/или добавление минеральных удобрений – опционально.

Во второй части статьи, на примере города Уфа (и очистных сооружений ГУП «Уфаводоканал» в частности), построена схема обращения с отходами растительного происхождения и рассмотрены варианты их эффективной утилизации, как с учетом эксплуатации уже установленного оборудования, так и с учетом перспективы создания более эффективного оборудования.

На основе изложенного сделан вывод о том, что в случае корректировки схемы обращения с отходами производства и потребления пищи, город Уфа и Республики Башкортостан в целом могут получить научно-технологическое лидерство в области обращения с отходами и создать отрасль по переработке отходов (растительного происхождения) городов и животноводческих комплексов в органоминеральные удобрения – такая возможность предусмотрена «Стратегией развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года».

Кроме того, очевидной становится задача доработки действующего законодательства по части критериев оценки эффективности эксплуатации земельных ресурсов (плодородных почв), отражающих их динамические, а не статические характеристики. Например, должны учитываться такие показатели, как балансы гумуса, азота и иных элементов питания.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, устойчивое развитие, мусорная реформа, переработка отходов.

Введение. Процесс производства и потребления пищи, с последующим образованием отходов – условно «вечны» для человека, так как он является гетеротрофным существом. Но по мере роста населения и включения в хозяйственный оборот промышленной продукции, не свойственной естественным экосистемам, человечество столкнулось с проблемой накопления и утилизации образующихся отходов. При утилизации ТКО и переходе к замкнутым производственным циклам, главной проблемой

оказалось смешение кухонных отходов ($\approx 40\%$) с остальными материалами ТКО (бумага 20–30%; стекло, пластик и иное 20–30%), что наряду с организационно-техническими препятствиями [1], делает практически невозможной эффективную утилизацию всех видов ТКО.

Для решения обозначенных проблем с начала 2019 г. в России проводится так называемая «мусорная» реформа, в рамках которой руководством страны ставится задача решительным образом остановить накопление

экологического вреда и приступить к сокращению и переработке отходов с максимально возможным их повторным вовлечением в хозяйственный оборот.

1. Экономика с замкнутым биологическим циклом. Говоря об экономике замкнутого цикла, в хозяйственном обороте принято разделять потоки вещества и энергии на «биологический» и «технический» [2, с. 15]. И если с техническим все более-менее понятно в силу того, что его создание и поддержание полностью подвластно человеку, то биологический круговорот требует более пристального внимания, т.к. 97% растительной продукции по-прежнему выращиваются в условиях «цеха под открытым небом» [3, с. 11]. Именно поэтому, в представлении автора, для успешного проведения так называемой «мусорной» реформы и выстраивания системы обращения с отходами потребления, необходимо на первом шаге определить место и роль органического вещества оговоренных отходов, а уже расставив приоритеты – устранять организационно-технические препятствия.

Схема образования отходов производства и потребления пищи изображена на рис. 1. Мы видим, что то, что представляет «большую проблему» для населенных пунктов, является по своим масштабам «малой проблемой» при взгляде на весь объем образующихся органических отходов.

При замыкании хозяйственного цикла, которое на рис. 1 обозначено пунктирными линиями, на сегодняшний день можно сформулировать два разработанных и осмысленных в науке подхода к переработке органического вещества обсуждаемых отходов:

– минерализация в искусственных сооружениях, то есть вне почвы (сжигание, биодеграда-

ция, компостирование/гумификация и др.) на сегодняшний день является доминирующим подходом, главный смысл которого – как можно скорее разложить органическое вещество до минеральных соединений вскоре после образования отходов с целью их обезвреживания, а получившиеся после этого зольные элементы, компосты и биогаз использовать как вторичные ресурсы.

– консервация (обезвоживание, обеззараживание и сушка) подразумевает под собой сохранение максимально возможного объема органического вещества отходов в неразложившемся виде с целью последующего использования для воспроизводства почвенного плодородия. То есть процесс минерализации будет осуществлен в/на почве, а не в искусственных сооружениях, как в первом случае.

Внесение законсервированного сушкой органического вещества в строгом соответствии с требованиями агрохимиков и почвоведов и пропорционально площади сбора урожая, позволяет воспроизводить почвенное плодородие (поддерживать балансы циклов гумуса, азота, фосфора, калия, кальция и др.; повышать буферность и влагоемкость почв; и т.п.) с помощью местных ресурсов [4, с. 243–260, 564–641; 5, с. 404–452; 6]. При этом следует подчеркнуть, что упоминания о сушке навоза, как способе сокращения потерь азота и иных элементов питания, можно встретить еще у Д.Н. Прянишникова в 1930-х гг., а уже результаты опытов с сушкой органических отходов можно найти в справочниках по органическим удобрениям 2-й половины XX в. (речь об отечественной литературе) [6, с. 166–170, 173–176]. Кроме того, известно, что практика сушки имела в то же время и в странах Запада, например, в США [4, с. 667–668; 5, с. 306–307] и Англии [7, с. 306].

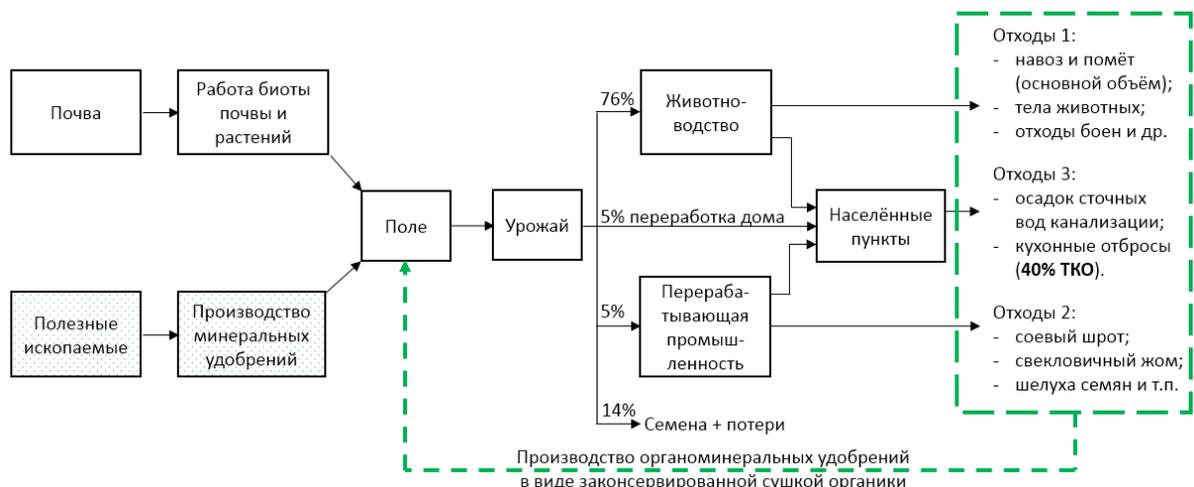


Рис. 1. Схема образования отходов производства и потребления пищи



Рис. 2. Схема обращения с ОСВ и кухонными отбросами в г. Уфа



Рис. 3. Схема переработки «отходов 3» с сушкой на имеющемся оборудовании

С точки зрения материальных затрат, процесс сушки является рентабельным уже, примерно, со второй половины XX в., когда даже на самом низкоэффективном оборудовании в этом классе – барабанных сушилках – были получены данные о том, что «затраты энергии на термическую сушку не разбавленного водой куриного помета для производства 1 т НРК в составе высушенного помета обычно не больше, чем на производство 1 т питательных веществ минеральных удобрений при эквивалентном соотношении N:P:K <...> по действию на урожай термически высушенный помет почти не уступает минеральным удобрениям» [6, с. 173–176].

Из изложенного выше следует, что биологический круговорот можно считать замкнутым при возврате в почву, – пропорционально площади изъятия урожая, – органических отходов с наименьшей степенью разложения. Таким образом будет возможно приблизиться к простому воспроизводству почвенного плодородия, а минеральные удобрения будут инструментом интенсификации и последующего расширенного воспроизводства почвенного плодородия эксплуатируемых полей.

2. Переработка отходов производства и потребления пищи на примере г. Уфа. На основании открытых данных, а также участия автора в обсуждении этой проблематики непосредственно с ГУП «Уфаводоканал» (отвечает за осадок сточных вод, далее – ОСВ) и МУП «Спецавтохозяйство по уборке города» (отвечает за вывоз ТКО), была составлена схема (рис. 2) обращения с «отходами 3» (рис. 1)

г. Уфа – осадком сточных вод городской канализации и кухонными отбросами.

Мы видим, что технологический цикл Уфаводоканала наиболее подготовлен к переходу на обращение с отходами по принципам экономики замкнутого цикла. Поэтому далее будут изложены варианты решений, главной особенностью которых является смешение осадка сточных вод с кухонными отбросами (органика ТКО) и исключение стадии гумификации отходов – она заменяется на стадию консервации сушкой.

На рис. 3 представлена потенциальная схема переработки отходов с сушкой на текущем оборудовании. Дополнительно необходимо установить оборудование по измельчению кухонных отбросов и их смешиванию с осадками сточных вод перед сушкой. На переходный период, до изготовления более эффективных серийных пневматических установок и/или установок с «взвешенным слоем»¹, подразумевается сушка на текущем оборудовании – низкотемпературной ленточной сушилке. После выхода из сушилки масса осадка имеет влажность около 40%, ее возможно либо гранулировать и досушивать, либо формовать в обычном кирпичном прессе в «кирпичи» (удобно при транспортировке) и досушивать их в штабелях.

¹ За счет грануляции продукта, аппараты со взвешенным слоем, так же как и пневмосушилки различных видов, эффективнее барабанных и ленточных сушилок (ленточная сегодня используется Уфаводоканалом). Кроме того, они имеют меньшую металлоемкость, капитальные и эксплуатационные затраты. Подробнее см. [7, с. 306–310].



Рис. 4. Схема переработки «отходов 3» с запуском нового оборудования



Рис. 5. Идеальная схема переработки «отходов 3»

Уже при такой схеме очистные сооружения превращаются в завод по производству органоминеральных удобрений.

После создания и запуска оборудования для сушки во взвешенном слое и/или в пневмосушилке, возможно два варианта сушки (рис. 4.): до 40% влажности и прессование в «кирпичи»; либо до 10–15% влажности с упаковкой сухих гранул в мешки – зависит от требований заказчика. До истечения срока эксплуатации текущей ленточной сушилки, она может продолжать работать параллельно.

Идеальным вариантом (рис. 5) следует считать ситуацию, когда большая часть кухонных отходов транспортируется посредством канализации путем организации как пунктов введения раздельно собранных отходов, так и установки в домах бытовых измельчителей (диспоузеров), помещающихся под раковиной². В случае с государственной формой собствен-

² «При соблюдении этих условий [освобождение от утиля и крупных предметов неорганического происхождения с последующим измельчением до частиц размером 2–3 мм] сброс измельченных отходов в канализационную сеть не приводит к ее засорению и является экономически целесообразным в связи с уменьшением затрат на вывозку и обезвреживание их» [7, с. 27].

С тех пор практика эксплуатации диспоузеров в мегаполисах на Западе только подтвердила эти слова.

ности водоканала, диспоузеры могут устанавливаться и ремонтироваться за счет прибыли от реализации ОСВ, т.к. будут являться основным средством производства.

Выводы. С точки зрения экономики с замкнутым биологическим циклом, для устойчивого функционирования антропогенных экосистем, необходимо обеспечить возврат в эксплуатируемые почвы как можно большего количества элементов питания, изъятых с урожаем. Это подразумевает максимально возможное сохранение органического вещества отходов в неразложившемся виде, то есть производство компостов и биогаза при таком подходе являются нерациональным использованием биоресурсов, так как удобрений после этих процессов не хватает для внесения в достаточном количестве на всю площадь, с которой собран урожай.

В случае реализации одной из предложенных схем обращения с отходами производства и потребления пищи (рис. 2–5), Республика Башкортостан и город Уфа могут стать лидерами при переходе к экономике с замкнутым биологическим циклом и:

– создать отрасль по переработке отходов, что предусмотрено «Стратегией развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года» [8];

– обеспечить максимально возможный возврат вторичной органики в эксплуатируемые плодородные почвы;

– после решения проблемы с «отходами 3» населенных пунктов (см. рис. 1), появится техническая возможность организовать переработку «отходов 1 и 2», которые составляют большую часть органических отходов производства и потребления пищи.

Литература

1. Семашко Н. В будущее без осадка. «Business Guide «Экология»», 28.09.2018. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3745197>

2. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains / World Economic Forum report. Geneva, Switzerland, 2014. 64 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf

3. Жученко А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика). М.: Фонд «Знание им. С.И. Вавилова», 2008. 99 с.

4. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения в трех томах // Агрохимия. Т. 1. М.: Сельхозиздат, 1963. 735 с.

5. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения в трех томах // Агрохимия. Т. 3. М.: Сельхозиздат, 1963. 648 с.

6. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. 2-е изд., перераб. и доп. М.: РОСАГРОПРОМИЗДАТ, 1988. 255 с.: ил.

7. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1975. 632 с.

8. Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 года № 84-р «Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления». URL: <http://government.ru/docs/31184/>

References

1. Semashko N. Into the future without sediment. «Business Guide «Ecology»», September 28, 2018. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3745197>

2. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains / World Economic Forum report. Geneva, Switzerland, 2014. 64 p. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf

3. Zhuchenko A.A. Ensuring food security in Russia in the 21st century on the basis of the adaptive strategy for the sustainable development of the agricultural sector (theory and practice). M.: Fund «Knowledge of them. S.I. Vavilova», 2008. 99 p.

4. Vasiliev V.A., Filippova N.V. Handbook of Organic Fertilizers. 2nd ed., Revised. and add. Moscow: ROSAGROPROMIZDAT, 1988. 255 p., ill.

5. Pryanishnikov D.N. Selected works in three volumes. T. 1. Agricultural chemistry. Moscow, Selkhozizdat, 1963. 735 p.

6. Pryanishnikov D. N. Selected works in three volumes. T. 3. Agricultural chemistry. M., Selkhozizdat, 1963. 648 p.

7. Yakovlev S.V., Karelin Y.A., Zhukov A.I., Kolobanov S.K. Sewerage. Textbook for high schools. Ed. 5th, rev. and add. M., Stroyizdat, 1975, 632 p.

8. Decree of the Government of the Russian Federation of January 25, 2018 No. 84-r «On approval of the Industry Development Strategy for the processing, utilization and neutralization of production and consumption waste». Available at: <http://government.ru/docs/31184/>

«WASTE» REFORM AS AN ELEMENT OF A CIRCULAR ECONOMY (BY THE EXAMPLE OF UFA CITY)

© R.R. Zainullin

Institute of Social and Economic Researches – Subdivision of the Ufa Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences,
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

The author made an attempt to consider the «waste» reform launched in 2019 in Russia through the prism of a closed-loop economy.

The first part of the article gives a schematic diagram of the movement of matter and energy in the process of production and consumption of food, with the subsequent generation of waste that makes up about 40% of the

volume of municipal solid waste (hereinafter – MSW), but polluting and making it almost impossible to process all MSW. The closure of the direct and feedback circuits is graphically displayed for the purpose of forming a closed system (economic cycle), which can be controlled. A significant difference between the methods of processing organic matter of waste is indicated: mineralization outside the soil and conservation with a proportional return to the soil for subsequent mineralization. That is, in the «feedback» in the form of organic fertilizers produced, not only quantitative (nutrition elements), but also qualitative indicators (state of organic matter) are important. Based on the data of agrochemistry and soil science, it was concluded that low-temperature drying ($\approx 110\text{--}120^\circ\text{C}$) is the best way to preserve organic matter. At the same time, additional chemical treatment and / or the addition of mineral fertilizers is optional.

In the second part of the article, based on the example of treatment facilities at the UfaFodokanal State Unitary Enterprise in the city of Ufa, a scheme for the management of plant waste is constructed and options for their effective disposal are considered, both taking into account the operation of already installed equipment and taking into account the prospects for creating more efficient equipment.

Based on the foregoing, it was concluded that if the scheme for managing waste from food production and consumption is adjusted, the city of Ufa and the Republic of Bashkortostan as a whole can gain scientific and technological leadership in the field of waste management and create an industry for processing waste (plant origin) of cities and livestock complexes in organic fertilizers – such an opportunity is provided for by the «Strategy for the development of industry for the processing, utilization and neutralization of production waste and consumed for the period until 2030».

In addition, the task of finalizing the current legislation regarding the criteria for the efficient exploitation of land resources (fertile soils) reflecting their dynamic rather than static characteristics, for example, indicators such as balances of humus, nitrogen, and other nutrients, becomes obvious.

Key words: circular economy, sustainable development, waste reform, waste processing.