

**Министерство науки и высшего образования РК  
Костанайский региональный университет имени  
Ахмет Байтұрсынұлы  
Факультет сельскохозяйственных наук**

**А.М. Саидов, Д.А. Калитка,  
Л. А. Байжанова, А.К. Байкин**

# **УПРАВЛЕНИЕ ПИЩЕВЫМИ ОТХОДАМИ**

Учебное пособие

Костанай, 2024

**УДК 664:005.936.5(075.8)**  
**ББК 36.800я73**  
**У67**

**Авторы:**

Саидов Анзор Мусаевич, старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии КРУ имени А. Байтұрсынұлы

Калитка Дмитрий Аркадьевич, преподаватель кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии КРУ имени А. Байтұрсынұлы

Байжанова Лилия Абдул-Насыровна, и.о. зав. кафедрой бухгалтерского учета КРУ имени А. Байтұрсынұлы

Байкин Айдар Косымович, доктор PhD, и.о. декана факультета экономики и права КРУ имени А. Байтұрсынұлы

**Рецензенты:**

Юнусова Гульнара Батырбековна – кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедры биологии, экологии и химии КРУ имени А. Байтұрсынұлы

Дамбаулова Гульмира Каримжановна- доктор PhD, и.о. ассоциированного профессора, руководитель регионального Smart-центра КРУ имени А. Байтұрсынұлы

Притула Раиса Алексеевна -PhD, кандидат экономических наук, профессор кафедры социально-экономических дисциплин Костанайского инженерно-экономического университета имени М. Дулатова

Управление пищевыми отходами: Учебное пособие. – Костанай: КРУ имени А. Байтұрсынұлы, 2024. – 85 с.

**ISBN 978-601-356-359-6**

Данное учебное пособие предназначено для подготовки обучающихся в системе вузовского и послевузовского образования. Пособие поможет будущим специалистам рационально подбирать мероприятия по сокращению пищевых отходов с помощью изменения поведения, технологических решений, а также государственных и частных инициатив, а также управления неизбежными пищевыми отходами путем переработки, восстановления или организации захоронения отходов.

В пособии представлен обзор зеленых и цифровых технологий, связанных с сокращением пищевых отходов. Особое внимание уделяется технологиям, которые в первую очередь решают проблему пищевых отходов на этапе потребления, при этом оптимизация сокращения пищевых отходов требует подхода на системном уровне, который объединяет технологические и управленческие варианты по всей цепочке создания стоимости

**УДК 664:005.936.5(075.8)**

**ББК 36.800я73**

Утверждено и рекомендовано Учебно-методическим советом Костанайского регионального университета им. Ахмет Байтұрсынұлы, протокол №2 от 27.03.2024 года.

**ISBN**

© Костанайский региональный университет им. А. Байтұрсынұлы, 2024

© Саидов А.М., 2024

© Калитка Д.А., 2024

© Байжанова Л.А.-Н., 2024

© Байкин А.К., 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
<b>1</b> Состояние пищевых отходов и инфраструктура.....	6
<b>2</b> Последствия для ЦУР и иерархия пищевых отходов.....	9
<b>3</b> Причинные механизмы и факторы, влияющие на пищевые отходы.....	13
<b>4</b> Политика и инициативы по сокращению пищевых отходов.....	21
<b>5</b> Государственное регулирование и добровольные соглашения.....	34
<b>6</b> Информационные подходы и информирование потребителей.....	40
<b>7</b> «Подталкивание» - подход, основанный на поведенческой информации	42
<b>8</b> Влияние зеленых технологий на сокращение пищевых отходов.....	44
<b>9</b> Роль цифровых технологий в сокращении пищевых отходов.....	47
<b>10</b> Технологии сохранения пищевых продуктов по цепочке поставок.....	50
<b>11</b> Умные упаковка, маркировка и хранение .....	56
<b>12</b> Мобильные приложения, позволяющие предотвратить пищевые отходы.....	61
<b>13</b> Промышленное компостирование.....	65
<b>14</b> Получение энергии из отходов и утилизация газа .....	71
<b>15</b> Экономическая эффективность мероприятий по сокращению пищевых отходов.....	75
Заключение.....	77
Список использованных источников.....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Мир сталкивается с кризисом пищевых отходов. По оценкам ЮНЕП, в 2019 году домохозяйствами, розничными торговцами, ресторанами и другими службами общественного питания было выброшено 931 миллион тонн продуктов питания во всем мире, что составляет 17% от общего количества продуктов питания, доступных потребителям, согласно оценкам ЮНЕП «Индекс пищевых отходов» [1].

Эти потери происходят в то время, как 690 миллионов человек страдают от голода, а три миллиарда не могут позволить себе здоровое питание, и эти цифры резко растут из года в год. Ожидается, что ежегодное глобальное образование отходов увеличится с 2,01 млрд тонн в 2016 году до 3,40 млрд тонн в течение следующих 30 лет [2].

Можно ожидать, что образование пищевых отходов будет следовать аналогичной тенденции и географической схеме, если не будут приняты согласованные меры.

Значительное количество продуктов питания, которое теряется и выбрасывается впустую каждый год также имеет серьезные экологические последствия с точки зрения изменения климата, потери биоразнообразия, загрязнения питьевой воды, морской среды и воздуха, а также использования земельных и водных ресурсов.

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPPC), совокупные потери и порча пищевой продукции составляют 25–30% от общего объема произведенных продуктов питания, что составляет около 30% площади сельскохозяйственных угодий в мире.

Кроме того, производство продуктов питания, которое заканчивается продовольственными потерями или отходами, потребляет четверть мирового использования пресной воды в сельском хозяйстве и генерирует 8-10% общих антропогенных выбросов парниковых газов [3].

Более того, по оценкам, 70% утраты биоразнообразия происходит из-за сельского хозяйства и выращивания продуктов питания, топлива и волокна, что позволяет предположить, что потери и отходы продовольствия в значительной степени способствуют сокращению видов растений и животных.

С точки зрения экономики, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), потери и отходы пищевой продукции в 2012г. составили 1 триллион долларов США в год, при этом экологические издержки составили 700 миллиардов долларов США, а социальные издержки - 900 миллиардов долларов США [4].

Это делает потери и порчу пищевой продукции ключевой областью действий для устойчивого развития и экономической эффективности.

Особое внимание следует уделить пищевым отходам, которые возникают на последующих этапах розничной торговли и потребления в цепочке поставок продовольствия, где потребители непосредственно взаимодействуют с продуктами питания, т.е. на уровне домохозяйств, розничной торговли и

продуктов питания, предоставление услуг ресторанами, предприятиями общественного питания, гостиницами, столовыми и т. д.

Акцент на потребительских пищевых отходах не означает, что причину или ответственность за пищевые отходы обязательно следует искать в этой части продовольственной системы. Так как потери продовольствия, происходят и на более ранних этапах цепочки поставок (сельское хозяйство, переработка, оптовая торговля). Именно поэтому необходимо использовать многоуровневый и комплексный подход.

Под потребительскими пищевыми отходами понимаются продукты питания, предназначенные для потребления человеком, которое завершает цепочку поставок продовольствия до конечного продукта, но не потребляется, поскольку выбрасывается.

Сокращение пищевых отходов относится к деятельности, которая либо направлена на устранение излишков продовольствия путем предотвращения или повторного использования, либо улучшает управление так называемыми неизбежными пищевыми отходами путем переработки, восстановления или организации захоронения отходов, где предотвращение и повторное использование являются предпочтительными вариантами.

Сокращение пищевых отходов – это новая и неотложная область политики, в которой опыта относительно мало. Возможности сокращения пищевых отходов используются недостаточно. Нехватка данных и знаний о потребителях, их поведении и условиях в отношении пищевых отходов стали важными причинами бездействия как правительств, так и компаний продовольственной системы.

Лучшее понимание того, как и почему люди потребляют и выбрасывают пищу дома, в школе, на работе или в ресторанах, имеет центральное значение для стратегий, решений и инициатив правительств и бизнеса, направленных на сокращение пищевых отходов.

## 1 СОСТОЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ И ИНФРАСТРУКТУРА

На потребительский уровень приходится большая часть пищевых отходов во всех регионах, и он требует большего внимания. Например, согласно исследованию ЮНЕП [5], в Западной Азии около 34% подаваемой еды выбрасывается.

В докладе ЮНЕП «Индекс пищевых отходов» выявлены 152 точки данных о пищевых отходах в 54 странах, что является крупнейшим в мире отчетом о пищевых отходах, собранный на сегодняшний день.

Было обнаружено, что почти в каждой стране, где измерялись пищевые отходы, они значительно велики, независимо от уровня доходов страны (Таблица 1).

Таблица 1- Среднее количество пищевых отходов по классификации доходов Всемирного банка

Страны	Среднее количество пищевых отходов (кг на душу населения в год)		
	Семья	Общественное питание	Розничная торговля
С высоким уровнем доходов	79	26	13
С доходов выше среднего	76	Недостаточно данных	
С доходов ниже среднего	91	Недостаточно данных	
С низким уровнем доходов	Недостаточно данных		

В странах с доходом ниже среднего уровень отходов выше, чем в странах с более высоким уровнем дохода. Это неожиданный вывод, поскольку предполагалось, что бытовые пищевые отходы были проблемой, в большей степени стран с высоким уровнем дохода.

Великобритании, например в период с 2007 по 2018 год удалось существенно сократить количество пищевых отходов в домашних условиях на 18% [6].

Многим странам также необходимо начать измерять и отслеживать образование бытовых пищевых отходов, проводя исследования для понимания местных причин и решений, а также разрабатывая национальные стратегии и программы сокращения пищевых отходов.

Быстрое развитие крупных городов и городских территорий все больше влияет на окружающую среду. Городским жителям для удовлетворения своих потребностей требуется огромное количество продуктов питания. Удовлетворение этой потребности приводит к образованию большого количества пищевых отходов, что приводит к растущему воздействию на окружающую среду и климат.

Города и городские районы становятся очагами пищевых отходов как в развитых, так и в развивающихся странах. В 2008 году впервые в истории человечества в городах проживало больше людей, чем в сельской местности. Сегодня в мегаполисах проживает 4,2 миллиарда человек, и ожидается, что в будущем их число вырастет еще больше. Эта быстрая и масштабная урбанизация оказывает воздействие на окружающую среду.

В городах также наблюдается разнообразие моделей, движущих сил и факторов, влияющих на потребительские пищевые отходы, включая социально-экономические условия, ситуацию с продовольственной безопасностью и различные состояния развития в отношении потребления продуктов питания и цепочек поставок.

Рост населения, урбанизация и динамичная экономическая и социальная деятельность в городских районах, вероятно, еще больше усугубят проблему пищевых отходов.

Пищевые отходы уже занимают большую часть твердых бытовых отходов (ТБО), создавая дополнительную нагрузку на систему управления отходами и приводя к экологическим и социальным проблемам.

В то же время модели городского потребления и цепочки поставок продовольствия быстро меняются, что делает сокращение пищевых отходов в городских условиях актуальной проблемой.

Города также имеют хорошие возможности для пилотирования инновационных решений по борьбе с пищевыми отходами. Высокая плотность и тесные связи социальных субъектов в городских районах, включая правительство, гражданское общество, промышленность и предпринимателей, создают огромные возможности для партнерства и инноваций. Благодаря активным взаимосвязям между государственными организациями, бизнесом, научными кругами и группами гражданского общества города имеют высокий потенциал для использования возможностей, возникающих в результате преобразований в технологиях, экономике и обществе.

#### *Инфраструктура переработки и восстановления отходов.*

Как только предотвращение пищевых отходов и перераспределение излишков продовольствия достигнут своих пределов, оставшиеся пищевые отходы потребуют вариантов управления, которые являются экономически эффективными и одновременно ограничивают воздействие на окружающую среду.

В продовольственных системах переработка отходов имеет давнюю традицию; например, остатки еды и кухонные отходы обычно скармливают скоту в сельской местности и близлежащих городских центрах

Благодаря экономике замкнутого цикла, политике в отношении отходов и возобновляемым источникам энергии во многих странах развивается инфраструктура переработки и восстановления отходов.

Страны с высоким уровнем дохода, такие как Япония и Южная Корея, являются лидерами в сборе и переработке промышленных и бытовых пищевых

отходов, отчасти благодаря сильной политике эффективного использования ресурсов.

Южная Корея имеет один из самых высоких в мире показателей пищевых отходов, которые составляют 130 кг на человека в год, что приводит к увеличению загрязнения морской среды и выбросам метана из очистных сооружений и свалок. Чтобы противостоять этому, правительство ввело политику и программы по увеличению уровня переработки пищевых отходов до 2% в 1995 году. В 2005 году было запрещено вывозить продукты питания на свалку, а в 2013 году была введена схема обязательной переработки пищевых отходов. [7].

Схема основана на использовании биоразлагаемых пакетов, которые домохозяйства должны использовать для утилизации всех пищевых отходов.

Домохозяйства платят за мешки, а плата за утилизацию зависит от веса мусора; тем самым им рекомендуется сокращать как количество, так и содержание в них влаги, что, в свою очередь, снижает затраты на вывоз муниципальных отходов.

Плата за провоз груза покрывает 60% стоимости работы схемы. В результате этой схемы оплаты по факту выбрасывания уровень переработки увеличился до 95% в 2019 году.

Пищевые отходы перерабатываются в основном в компост для использования на быстро растущих городских фермах, а также используются для кормления животных и восстановления энергии посредством анаэробного сбраживания или сжигания.

Две ключевые политики заложили основу для этой полной трансформации управления пищевыми отходами в Южной Корее:

1) Закон об управлении отходами, принятый в 1986 году, впервые ввел иерархию управления отходами, включающую, среди прочего, сокращение, повторное использование, принципы и инструменты.

2) Закон о содействии ресурсосбережению и вторичной переработке, принятый в 1992 году, ввел описанную выше систему сбора бытовых отходов на основе объемов, основанную на принципе «загрязнитель платит», и запретил любую другую форму утилизации отходов.

Так называемые «умные контейнеры» стали важной частью успеха программы. В столичном регионе Сеула, где проживает около 25 миллионов человек, сегодня в общественных и жилых районах установлено 6000 таких мусорных баков.

Они оснащены весами и технологией радиочастотной идентификации (RFID), которая позволяет осуществлять утилизацию по принципу «оплата по мере выбрасывания», взимая с жителей ежемесячные платежи с помощью системы ключей-карт[8].

## 2 ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЦУР И ИЕРАРХИЯ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Цели устойчивого развития (ЦУР) (рис.1) – это глобально-принятые цели направленные на ликвидацию бедности и нищеты, борьбу с неравенством и несправедливостью, а также защиту планеты и обеспечению мира и процветания для всего населения. До 2030 года были отобраны 17 ключевых направлений, реализация которых может потенциально привести страну к устойчивому развитию всех основных сфер жизни и решению глобальных проблем, касающихся каждого человека в этом мире.



Рисунок 1 – Цели устойчивого развития (ЦУР)

Процесс реализации и достижения ЦУР находится в постоянном мониторинге как со стороны представителей ООН, так и со стороны правительств стран, в том числе Казахстана.

Для эффективного достижения ЦУР, Межучережденческой и экспертной группой по показателям достижения Целей в области устойчивого развития

(ЦУР), была разработана система глобальных индикаторов, с возможностью для каждого государства-члена ООН национализировать эти индикаторы.

На сегодняшний день система мониторинга Казахстана по достижению ЦУР включает в себя 280 индикаторов, из которых 205 глобальных и 75 национальных индикаторов.

Сокращение пищевых отходов предлагает множество преимуществ для людей и планеты, способствуя повышению продовольственной безопасности, сокращению загрязнения, экономии денег, снижению нагрузки на природу и климат, а также созданию возможностей для экономики и общества.

Именно по этой причине цель ООН в области устойчивого развития призывает к 2030 году сократить вдвое пищевые отходы розничными торговцами и потребителями, а также сократить потери продовольствия в цепочках поставок. Достижение этой цели помогает странам достичь множества других ЦУР, от «Нулевого голода» до борьбы с изменением климата.

Пищевые отходы влияют на несколько экологических, экономических и социальных целей устойчивого развития.

Усилия по предотвращению и переработке пищевых отходов могут создать рабочие места и доходы, но связанные с этим затраты и выгоды могут быть неравномерно распределены между возрастными группами и социальными классами.

Саммит ООН по продовольственным системам 2021 года определил четыре «рычага перемен», которые потенциально способны обеспечить широкомасштабные позитивные изменения, выходящие за рамки их непосредственной цели, что может привести к значительному прогрессу как в преобразовании продовольственных систем, так и в достижении 17 целей устойчивого развития.

Одним из рычагов, представляющим особый интерес, являются инновации, причем новыми областями внимания являются данные, цифровые и научно-технические инновационные экосистемы, а также социальные и институциональные инновационные модели.

Инновации являются ключом к изменению способов производства и утилизации продуктов питания. Зеленые и цифровые технологии играют все большую роль в сокращении потребительских пищевых отходов и переходе к более устойчивым моделям потребления продуктов питания. Города как в развитых, так и в развивающихся странах имеют высокий потенциал для использования новых возможностей, открывающихся благодаря зеленым и цифровым технологиям.

COVID-19 повлиял на структуру потребления пищевых продуктов и отходов, что может иметь долгосрочные последствия, которые следует учитывать в будущих инициативах по предотвращению и переработке пищевых отходов. Это также заставило людей переосмыслить способы производства и потребления продуктов питания.

Для решения огромной проблемы пищевых отходов одна из схем приоритетных действий иллюстрируется понятием иерархии пищевых отходов(рис.2).

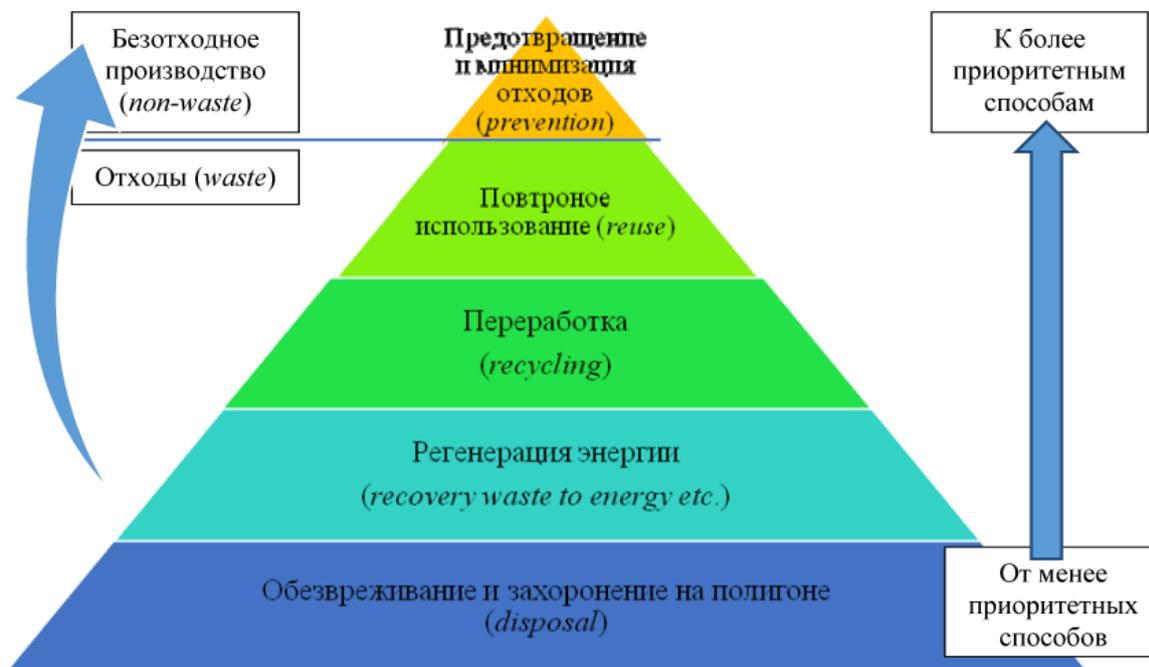


Рисунок 2 - Иерархия пищевых отходов.

Предотвращение и повторное использование (именно в этом порядке) излишков продовольствия имеет высший приоритет и включает в себя сокращение общего количества продуктов питания, выбрасываемых впустую по всей цепочке поставок, а также перераспределение излишков продовольствия, которые в противном случае были бы потрачены впустую для потребления человеком.

Следующим приоритетом является управление так называемыми неизбежными пищевыми отходами таким образом, чтобы обеспечить либо переработку энергии и минералов/питательных веществ, содержащихся в пище, в качестве корма для животных, либо компостирование.

Альтернативным вариантом является восстановление энергетической ценности пищи посредством преобразования энергии, такой как анаэробное сбраживание и использование дигестата (содержащего питательные вещества и минералы) в качестве удобрения.

Наименее предпочтительным вариантом в иерархии является захоронение отходов на специально спроектированных свалках, которые безопасно утилизируют газ и другие загрязняющие вещества. В целом, чем дальше мы переходим от предотвращения к утилизации, тем больше теряется экономическая ценность. При правильных условиях существуют возможности для достижения синергии между экологическими и экономическими целями.

Предпочтительными вариантами решения проблемы пищевых отходов являются предотвращение и повторное их использование на уровне домашнего хозяйства, розничной торговли и общественного питания.

Страны с низким и средним уровнем дохода, в частности, имеют возможность перейти к режиму предотвращения и повторного использования, тем самым снижая стоимость создания систем переработки отходов.

Иерархия пищевых отходов хорошо согласуется с принципами замкнутой продовольственной системы.

В циркулярных продовольственных системах приоритет отдается регенеративному производству, сокращению затрат ресурсов и загрязнению, а также обеспечению оптимизации ресурсов в системе, где «отходов» не существует, поскольку побочные продукты и побочные потоки одного цикла используются в качестве сырья для другого цикла.

В безотходной продовольственной системе предотвращение и повторное использование пищевых отходов являются приоритетами, поскольку они обеспечивают наибольшую выгоду с точки зрения продовольственной безопасности, выбросов парниковых газов и экономии природных ресурсов.

Циклические продовольственные системы также максимально увеличивают возможности безопасной переработки не потреблённых продуктов питания в корм для животных или использования их в производстве биоматериалов, органических удобрений или биоэнергии в соответствии с местным контекстом и приоритетами.

### **3 ПРИЧИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПИЩЕВЫЕ ОТХОДЫ**

Города с совершенно разным уровнем благосостояния могут сталкиваться с сопоставимыми уровнями пищевых отходов. Однако состав пищевых отходов и факторы, ответственные за их образование, по-прежнему могут существенно различаться в разных городах. Это из-за различий в культурных предпочтениях, и социально-экономических условий, а также потому, что пищевые отходы часто являются результатом взаимодействия множества факторов. Эти закономерности и факторы следует тщательно учитывать при принятии мер по борьбе с пищевыми отходами.

Города с низким и средним доходом имеют очень разнообразную культуру питания и снабжение продовольствием, при этом наблюдается большое неравенство в доступе к достаточному количеству продуктов питания.

Продовольственная бедность в них широко распространена, а это означает, что многие люди недоедают и/или полагаются на перераспределение продуктов питания через такие организации, как продовольственные банки.

Большое количество продуктов питания выбрасывается на этапах розничной и оптовой торговли во время основных сезонов сбора урожая, когда большое количество продуктов питания наводняет продовольственные рынки городов, в результате чего предложение значительно превышает спрос.

В то же время местные складские, перерабатывающие и транспортные мощности в некоторых странах недостаточны для сохранения и хранения продуктов питания для последующего потребления или их экспорта, что приводит к образованию большого количества отходов.

Кроме того, продукты питания теряются из-за транспортировки. Неисправность транспортных средств, неадекватное управление холодильной цепью и перебои в подаче электроэнергии.

Одной из основных проблем является плохая или неадекватная инфраструктура отходов, в том числе связанная со сбором, сортировкой и обращением с отходами (компостирование, переработка).

В городах с высоким уровнем дохода, большое количество пищевых отходов создается туристическим сектором, большими шведскими столами в ресторанах и домашними хозяйствами из-за неадекватного планирования питания.

Подавляющее большинство органических отходов вывозится на свалки, создавая неблагоприятные экологические последствия, но при этом упуская экономические выгоды, которые могли бы обеспечить зеленые технологии. Однако можно наблюдать постепенный переход от практики захоронения отходов к сжиганию и анаэробному сбраживанию (биогаз).

В настоящее время изучаются возможности создания предприятий по переработке отходов в энергию. Например система сжигания в Бангкоке перерабатывает 500 тонн отходов в день имея мощность производства электроэнергии 5 мегаватт. [9].

В то время как некоторые районы страдают от проблем с инфраструктурой и неэффективной логистикой, другие страдают от политических и правовых ограничений.

Например, существует высокий риск порчи пищевых продуктов при процедурах импорта, таможенная очистка которых может занять до 12–24 часов.

Потребительские пищевые отходы возникают под воздействием взаимосвязанных факторов на многих уровнях (индивидуальный, домашний, общественный), встроенных в повседневную практику. Эти факторы включают, среди прочего, отношения, знания, навыки, ценности, уровень доходов и жизни, рынки, цены, социальные и культурные практики.

Также существует большой пробел в данных о потребительских пищевых отходах и в их оценке, включая текущее состояние, экономические, социальные и экологические издержки, а также будущие тенденции.

В большинстве городов, пищевые отходы не выделяются в отдельную категорию, а считаются частью органических отходов. Недостаточность информации часто ограничивает возможность получить четкое представление о состоянии пищевых отходов в конкретной области.

В результате нехватка данных ставит под угрозу тщательное понимание текущей ситуации с пищевыми отходами. Что еще больше усложняет получение обзора текущей структуры пищевых отходов, который необходим для разработки соответствующих мероприятий и оценки их успеха. От общего объема ежегодных отходов на пищевые отходы приходится до 50%.

Для улучшения ситуации необходимы понимание более точных данных потребительских пищевых отходов, поддержки разработки и реализации целевых мер, а также отслеживания прогресса в достижении соответствующих задач.

Причинные механизмы и факторы, влияющие на потребительские пищевые отходы, разнообразны и сложны. Необходимо рассмотреть взаимосвязь между различными потенциальными факторами и социальными практиками, составляющие повседневную жизнь общества.

Во-первых, необходимо представить факторы на индивидуальном уровне, во-вторых, обсудить аспекты пищевых отходов на системном уровне и, наконец, представить социально-практический подход к пониманию потребительских пищевых отходов.

### ***1 Индивидуальные факторы***

Исследования потребительского поведения анализируют личные детерминанты выбора продуктов питания и поведения, связанного с едой.

Эта область исследований, в основном применяемая к потреблению продуктов питания с точки зрения здоровья, а затем расширенная к устойчивому потребительскому поведению, направлена на понимание влияния личностных факторов на пищевые отходы и поведение в целом.

С этой точки зрения поведение, влияющее на потребительские пищевые отходы, определяется мотивацией потребителей (отношением, восприятием,

осведомленностью о проблемах, нормах и отношении к расточительству продуктов питания), ресурсами и возможностями (наличием времени и денег, а также продуктов питания надлежащего качества и количества), доступ к технологиям), а также способность контролировать и изменять поведение (включая привычки) посредством мобилизации навыков, знаний и ресурсов [10].

Другие факторы, включая возраст и пол, навыки (например, кулинарии) и жизненный опыт, дополняют набор личностных факторов.

Центральным субъектом в поведенческих моделях, связанных с едой, является человек, поведение которого детерминировано и может быть изменено путем модификации соответствующих личностных факторов, упомянутых выше.

Это не означает, что воздействия на один такой фактор, например, на мотивацию посредством информационных кампаний, будет достаточно для изменения поведения; часто необходимо одновременно учитывать несколько факторов, которые вызывают положительные изменения в мотивации, ресурсах и способности.

Отношения являются ключевой категорией, влияющей на поведение потребителей, и включают безопасность и риск пищевых продуктов, а также здоровое питание.

Отношение к ценности продуктов питания приводит к уменьшению количества пищевых отходов, тогда как опасения по поводу безопасности пищевых продуктов и желание есть свежеприготовленную пищу вместо остатков, как правило, приводят к увеличению пищевых отходов.

Личные ценности, идентичность и моральные взгляды на отходы, а также индивидуально воспринимаемые социальные и личные нормы также играют роль.

Важным фактором бездействия в отношении пищевых отходов является восприятие людьми своих собственных экологических усилий, которое не обязательно отражает воздействие их реальных действий на окружающую среду. Например, убеждение людей компостировать пищевые отходы может дать им ощущение, что они уже делают что-то «хорошее», тем самым снижая мотивацию сокращать излишки продуктов питания. Также часто наблюдаются оправдания отсутствия усилий по сокращению пищевых отходов, например, из-за отрицания проблемы, экстернализации ответственности (например, перед правительством) или чувства что мол, я один ничего не смогу изменить [11].

Навыки и знания в отношении хранения, консервации, приготовления пищи, маркировки даты и планирования еды, равно как и более высокий уровень осведомленности о пищевых отходах и их социальных, экологических и экономических последствиях должны привести к более низкому уровню пищевых отходов.

Есть свидетельства того, что статус занятости влияет на пищевые отходы: работа по найму, работа на полный рабочий день или большая рабочая нагрузка

имеют тенденцию к увеличению пищевых отходов, возможно, потому, что это сокращает время или внимание, затрачиваемое на домашнее питание.

Возраст является важным фактором в отношении пищевых отходов, согласно исследованиям, что чем старше человек, тем меньше еды он выбрасывает. Это объясняется отношением к бережливости и еде, а также более глубокими знаниями о воздействии пищевых отходов [12].

Благодаря взаимодействию различные факторы формируют намерения людей сократить пищевые отходы. Однако существует так называемый «разрыв между намерением человека и неспособностью сократить пищевые отходы, что показывает, недостаточность учитывать отдельные факторы при поиске эффективных мер и стратегии, позволяющие потребителям изменить свое поведение.

Пищевые отходы имеют экономические, социальные и культурные детерминанты, действующие на более высоких уровнях общества и продовольственной системы, которые необходимо принять во внимание.

## **2 Экономические факторы**

### *Доход и уровень жизни*

Высокий уровень жизни обычно означает, что домохозяйства тратят меньшую долю своего общего дохода на продукты питания, что влечет за собой риск того, что продукты питания будут восприниматься как менее ценные (по сравнению со стоимостью общего потребления) и, следовательно, с большей вероятностью будут потрачены впустую.

Так, в странах с высоким уровнем дохода, таких как США, Великобритания, Канада и Сингапур, доля дохода домохозяйств, расходуемая на продукты питания, составляет менее 10%, тогда как в развивающихся странах, в частности в Казахстане, эта доля превышает 40% [13].

На относительную важность расходов на продукты питания в семейных бюджетах также могут влиять местные цены на продукты питания, которые могут существенно различаться в зависимости от региона или страны со схожим уровнем доходов, а также обусловленными культурой предпочтения продуктов питания по сравнению с другими потребительскими товарами.

Однако невозможно четко определить связь между уровнем доходов и пищевыми отходами. Но можно предположить, что если растущая экономика будет следовать тем же путям роста, что и страны с высоким уровнем дохода, там будут развиваться аналогичные модели пищевых отходов.

Зависимость может также соответствовать так называемой экологической кривой Кузнецца (*рис.3*), имеющей форму перевернутой английской буквы U, согласно которой пищевые отходы увеличиваются с увеличением дохода до переломного момента, после которого дальнейшее увеличение благосостояния стимулирует общество вкладывать больше внимания и ресурсов в сокращение пищевых отходов, что приводит к снижению их уровня.

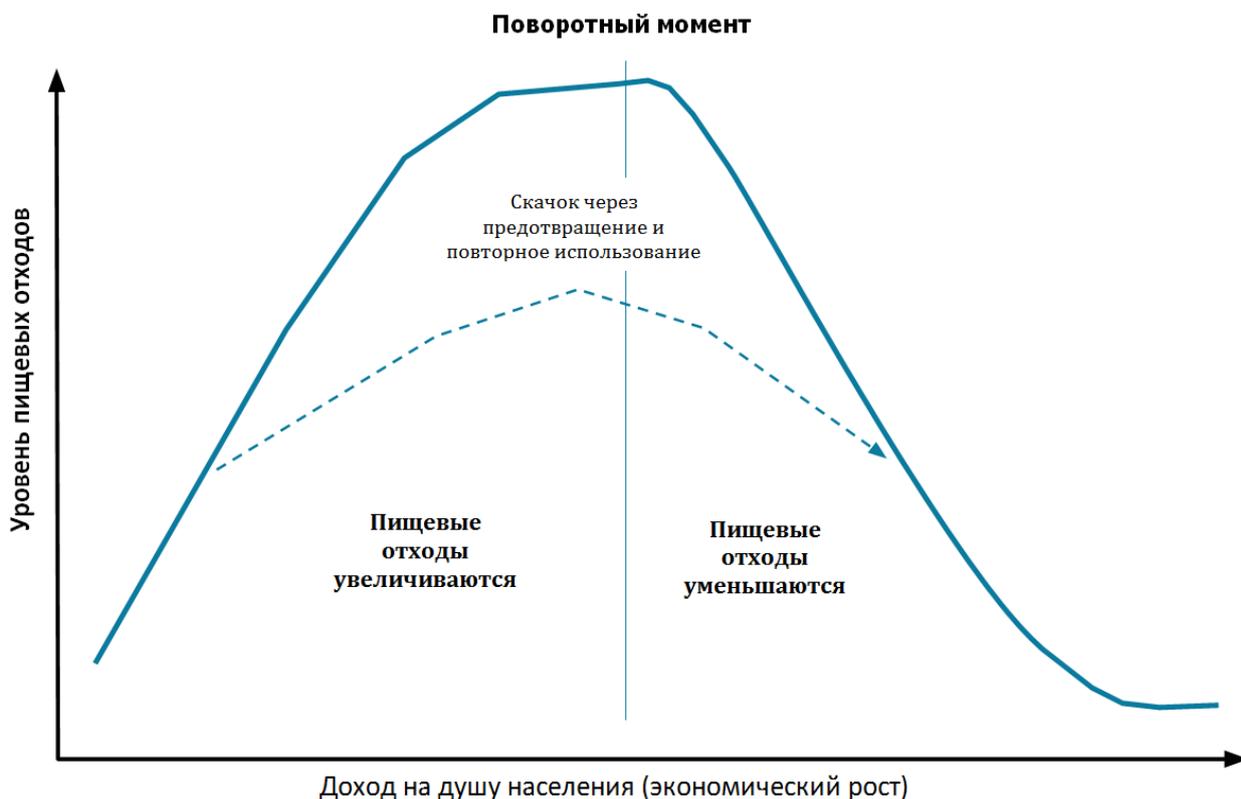


Рисунок 3 - Экологическая кривая Кузнецца для пищевых отходов, показывающая скачок в развитии стратегий предотвращения и повторного использования

У развивающихся стран и городов по мере роста их экономики существуют широкие возможности «перепрыгнуть» с производства отходов посредством стратегий предотвращения и повторного использования [55]

Преимущество заключается не только в снижении воздействия на окружающую среду, но и в том, что можно избежать затрат на инвестиции в дорогостоящую инфраструктуру переработки и восстановления.

Научная неопределенность относительно влияния дохода на пищевые отходы может быть частично решена путем изучения изменений в социальных практиках, которые связаны с доходами домохозяйств, но имеют более прямое влияние на пищевые отходы. Например, увеличение занятости на полный рабочий день, уменьшает внимание, уделяемое предотвращению и сокращению пищевых отходов.

#### *Факторы рынка и цепочки поставок*

Структура и функционирование агропродовольственных систем являются важными факторами, влияющими на пищевые отходы.

Эти рыночные факторы включают расстояние домохозяйств до точек питания (местные рынки, продуктовые магазины, супермаркеты, интернет-магазины и т. д.), а также характеристики точек питания, включая физическое расположение (размер, доступность), ассортимент продукции, упаковку, маркетинг (например, «покупай два продукта по одной цене») и политику сокращения пищевых отходов, например, снижение цен на продукты, срок годности которых истекает.

Ключевым фактором также является уровень цен на продукты питания, на который влияют, например, уровень конкуренции и наличие магазинов с ценами ниже среднерыночных.

Наконец, механизмы распределения продуктов питания и мобильные приложения все чаще становятся частью продовольственных рынков.

Эти рыночные условия сильно различаются внутри и между странами, и поэтому их специфику следует учитывать при разработке ориентированных на потребителя программ предотвращения пищевых отходов.

### *Экономический шок*

Наконец, внешние потрясения или чрезвычайные ситуации, такие как например пандемия COVID-19, оказывают огромное влияние на мировую экономику в целом, а также на продовольственные системы и отдельных потребителей.

COVID-19 изменил образ жизни людей из-за карантина, накопления запасов основных продуктов питания или потрясений в доходах. Все эти факторы существенно влияют на структуру обеспечения и потребления продовольствия и, следовательно, также могут повлиять на пищевые отходы потребителей и домохозяйств.

Сравнительно недавнее исследование показало, что население Японии после COVID-19 изменило свое отношение и инициировало изменение поведения в целях предотвращения пищевых отходов [14].

Другое исследование итальянских потребителей показало увеличение покупок продуктов питания из-за страха их нехватки. Однако итальянское исследование показало фактическое снижение пищевых отходов из-за возросшего осознания среди населения важности предотвращения и сокращения пищевых отходов, что имеет экономические и экологические последствия для общества. Программа действий по ресурсам (WRAP) показала, что пищевые отходы в Великобритании сократились на 22% в течение первого года пандемии [15].

### **3 Социальные факторы**

Пол человека является важным фактором, влияющим на отношение и практику, связанную с приобретением, приготовлением, потреблением и утилизацией продуктов питания.

Исследования показывают, что женщины с большей вероятностью будут нести ответственность за домашние обязанности, связанные с питанием, такие как покупка продуктов и приготовление еды, и с большей вероятностью будут покупать местные и органические продукты питания [16].

Исследование, проведенное в Боснии и Герцеговине, показало, что женщины с большей вероятностью будут сокращать количество отходов и сортировать отходы, пригодные для вторичной переработки, дома, они склонны испытывать больше чувства вины выбрасывая еду [17].

Другие исследования, однако, показывают, что женщины выбрасывают больше еды, в том числе в тех случаях, когда они несут ответственность за покупку продуктов в семье [18].

Тем не менее, данный фактор должен учитываться при осуществлении мер по сокращению пищевых отходов. Так как, женщины и мужчины имеют разные потребности, ограничения и предпочтения при осуществлении деятельности, связанной с питанием.

Поэтому различия производственных и социальных ролей мужчин и женщин необходимо полностью учитывать при оценке причин и последствий пищевых отходов, а также при разработке и реализации мер реагирования

#### ***4 Культурные факторы***

Культурные факторы играют значительную роль в структуре пищевых отходов, влияя на индивидуальное поведение потребителей. Культура формирует социальные нормы и ценности общества, которые влияют на мотивацию людей сокращать пищевые отходы, а также на практику совместного использования или пожертвования продуктов питания во избежание отходов.

Исследования также показывают, что значительные объемы пищевых отходов образуются во время религиозных и общественных мероприятий во всем мире. Культурная практика подачи экстравагантных блюд и большого количества блюд на церемониях, таких как свадьбы, также приводит к чрезмерным пищевым отходам.

Еще одна культурная практика, имеющая последствия для пищевых отходов, — это совместное потребление, которое приводит к чрезмерной покупке, чрезмерному потреблению и выбрасыванию продуктов питания. Совместное потребление, т.е. когда группа людей вносит свой вклад в общий запас еды и берет ее оттуда, является обычной социальной практикой. Однако из-за мотивов щедрости и когнитивных ошибок в понимании взаимного характера совместного потребления такие социальные и культурные практики создают чрезмерное количество пищевых отходов.

#### ***Бережливость и расточительность***

Другие исследования проиллюстрировали культурно укоренившиеся практики и нормы поведения в отношении пищевых отходов, ссылаясь на специфические для культуры идиомы, относящиеся к пищевым отходам.

Например, исследование японского выражения «Моттайнай», которое используется для выражения сожаления по поводу выбрасывания чего-то ценного, показало влияние на практику удаления пищевых отходов в Японии.

Другое исследование было сосредоточено на китайском термине «мяньцзы», который в широком смысле можно перевести как статус, престиж и социальное положение в обществе и было связано с практикой экстравагантной культуры питания вне дома, приводящей к чрезмерным остаткам еды [19].

Хотя бережливость (т.е. экономность в использовании или расходах) и забота об окружающей среде связаны с моделями устойчивого потребления, они опираются на разные наборы ценностей.

Экономное потребительское поведение чаще связано с низким уровнем доходов, тогда как экологические проблемы связаны с социально сознательными моделями потребления. Поведение, которое оставляет после

себя меньше пищевых отходов, может основываться на разных наборах ценностей. Такие базовые ценности также имеют тенденцию различаться в зависимости от возраста и поколения.

Как следствие, для продвижения и активизации ценностей, которые могут мотивировать потребителей сокращать пищевые отходы, необходимо понимать конкретные ценности данного общества и то, как эти ценности связаны с пищевыми отходами.

### ***5 Потребление пищи как социальная практика***

Социальные и физические условия, в которых происходит потребление продуктов питания, важны для понимания образования пищевых отходов потребителями и для разработки профилактических мер.

Теория социальной практики представляет собой важный подход к пониманию факторов, определяющих причины пищевых отходов. Сосредоточив внимание на повседневных пищевых привычках людей, мы можем наблюдать в реальной жизни, как на индивидуальном и системном уровне факторы взаимодействуют и влияют на поведение потребителей. Это открывает новые перспективы сокращения пищевых отходов и, возможно, более эффективные меры для достижения этой цели.

Пищевая практика в домашней сфере включает в себя деятельность по планированию питания, покупкам, приготовлению пищи, приему пищи, управлению остатками и удалению или перераспределению - другими словами, жизненный цикл продуктов питания. На каждом этапе цикла потребитель оценивает качество и съедобность продукта.

Практика домашнего питания включает в себя целый ряд действий: от планирования и покупок до приготовления пищи и управления остатками, каждый из которых зависит от системных и индивидуальных факторов. Исследования также показывают, что пищевая практика переплетается с другими социальными практиками, например, отдыхом, занятиями, работой[20].

Социальные практики питания могут быстро меняться с изменениями в восприятии и знаниях, компетенциях, физических или социальных обстоятельствах, семейном жизненном цикле и т. д. Вполне возможно изменить потребление продуктов питания в более экологичном направлении, но для того, чтобы меры по борьбе с пищевыми отходами были эффективными, они должны быть тщательно разработаны с учетом жизненной ситуации целевой группы.

### ***6 Понимание потребительских пищевых отходов на нескольких уровнях***

Понимание поведения потребителей в отношении порчи продуктов питания – сложная задача.

Многие взаимосвязанные факторы на разных уровнях (индивидуальный, домашний, общественный), встроенные в социальную практику, влияют на то, как управляются излишки продовольствия и пищевые отходы на этапе потребления в цепочках создания стоимости.

Хотя взаимодействие между различными факторами на многих уровнях до конца не изучено, его нельзя игнорировать.

Например, изменение отношения отдельных лиц к пищевым отходам в сторону повышения ценности продуктов питания будет иметь лишь ограниченное влияние на поведение в отношении пищевых отходов, если это изменение не будет поддержано другими членами домохозяйства или когда супермаркеты продолжают поощрять чрезмерные покупки.

Аналогичным образом, разрыв между намерением и неспособностью сократить пищевые отходы – также раскрывают ограничения, например, информационных кампаний.

Кроме того, потребительские пищевые отходы могут частично возникать в результате принятия решений на предшествующих этапах пищевой промышленности (например, из-за непонятных этикеток с датами, слишком большого размера упаковки или ее невозможности повторно запечатывать, стратегий розничной торговли и продаж, таких как оптовые упаковки, специальные предложения и т. д.), которые выходят за рамки индивидуальных действий и поэтому требуют учета и комплексных факторов. К ним относятся технологии и инфраструктура, а также культурные и социальные нормы и ценности, на которые влияют конкретные обстоятельства потребления продуктов питания.

Разработка и распространение технологий и инициатив по предотвращению пищевых отходов должны активно продвигаться, даже если исследования еще не дают полного понимания всех этих факторов.

## **4 ПОЛИТИКА И ИНИЦИАТИВЫ ПО СОКРАЩЕНИЮ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ**

Существует и разрабатывается множество различных подходов к решению проблемы сокращения пищевых отходов.

Правительства, бизнес и гражданское общество играют важную роль в сокращении пищевых отходов от местного до международного уровня.

Правительства посредством регулирования и налогов играют решающую роль, в создании стимулов для предприятий, домохозяйств и отдельных лиц к изменению своего поведения.

Различные виды бизнеса, в том числе предприятия пищевой промышленности, розничные торговцы и поставщики пищевых услуг, а также поставщики новых технологий, играют решающую роль, влияя на поведение потребителей в отношении пищевых отходов.

Инициативы на низовом уровне успешны в изменении повседневной практики людей, связанной с поведением в отношении пищевых отходов.

Любая инициатива, политика или субъект, направленный на решение проблемы пищевых отходов, должна следовать иерархии пищевых отходов, где первым приоритетом должно быть предотвращение отходов путем устранения источников и причин образования отходов.

Вторым приоритетом является создание каналов для повторного использования излишков продовольствия для потребления человеком, прежде чем будет найден третий вариант переработки пищевых продуктов (в корм для животных или компост).

Наконец, рекуперация энергии с последующей утилизацией является наименее предпочтительным вариантом.

Различные инициативы, направленные на сокращение пищевых отходов на уровне потребителей, также оказались успешными.

Инициативы демонстрируют крайние различия с точки зрения:

- участников, продвигающих или участвующих в инициативе
- цели (например, профилактика или переработка)
- подхода (например, сверху вниз или снизу вверх)
- целевой группы (отдельные лица, домохозяйства, розничные торговцы, продовольственные магазины), поставщики услуг и т. д.)
- использованных инструментов (включая политику)
- масштаб вмешательства
- политический, социально-экономический и культурный контекст.

Неудивительно, что существуют также большие различия в результатах с точки зрения типа и количества сокращенных отходов.

Инициативы могут быть направлены на решение индивидуальных или системных факторов пищевых отходов, но они с большей вероятностью будут эффективными, если они будут направлены на социальную практику, связанную с пищевыми отходами, а также на индивидуальные и системные факторы.

Схема ключевых блоков таких инициатив, который иллюстрирует разнообразие участников и партнерств, типичные инструменты, которые они используют, и результаты в отношении иерархии пищевых отходов показана на рисунке 4.



Рисунок 4- Ключевые блоки инициатив по сокращению пищевых отходов

Построение прочных партнерских отношений между государственными, частными субъектами и субъектами гражданского общества, как правило, лучше подходит для принятия целевых мер, охватывающих несколько уровней и достигающих крупномасштабных эффектов.

Когда дело доходит до политических инструментов, становится ясно, что не существует универсального подхода или какого-либо одного типа инструментов, которые могли бы решить сложную проблему пищевых отходов. Напротив, необходимо использовать комплекс инструментов для решения хотя бы части проблемы пищевых отходов.

Аналогично, подходы «сверху вниз» и «снизу вверх» следует рассматривать как взаимодополняющие. С одной стороны, нисходящие подходы, такие как государственно-частное партнерство и крупные компании по повышению осведомленности, повышают известность и осведомленность о проблеме в больших масштабах и важны для мобилизации заинтересованных сторон.

Инструменты регулирования, которые по своей природе являются нисходящими, стимулируют практику сокращения отходов (экономические стимулы, маркировка) или порицают практику производства отходов.

С другой стороны, подходы «снизу вверх», такие как инициативы на местах, полезны для освоения и распространения новых повседневных практик,

которые приводят к сокращению потерь продуктов питания. Такие инициативы более эффективны, когда они разрабатываются внутри местных сообществ и силами местных сообществ, поскольку они позволяют осуществлять конкретные действия, близкие к потребителям.

Например, в университетской столовой сочетание образовательной компании с различными мероприятиями, подсказками, выдачей бумажных пакетов для остатков еды, активностью в социальных сетях и т. д. затрагивает несколько факторов на уровне отдельных лиц (осведомленность, отношение и т. д.) и на уровне где происходит поведение (в столовой), что увеличивает потенциал эффективности [21].

Новые или уже известные технологические решения могут сделать возможным и ускорить действия, направленные на сокращение пищевых отходов. Зеленые и цифровые технологии могут расширить поле деятельности инициатив по сокращению пищевых отходов и повысить результаты за счет иерархии пищевых отходов. Как следствие, важно включать знания о технологических решениях в инициативы по решению проблемы пищевых отходов.

### ***Инициативы правительства***

Правительства на всех уровнях (национальном, региональном и местном) играют важную роль в предотвращении или сокращении пищевых отходов.

Конкретная роль, которую играют национальные и местные органы власти, соответственно, варьируется в зависимости от страны в зависимости от конкретной институциональной структуры и распределения обязанностей и полномочий.

Однако в целом национальные правительства несут ответственность за определение направления и общих рамочных условий для создания нового пути устойчивого потребления продуктов питания.

Национальные правительства играют ключевую роль в определении направления сокращения пищевых отходов посредством национальных целей, правил и руководящих принципов изменений.

Обязанности правительств в этом отношении также включают реализацию политики и разработку планов действий, а также предоставление необходимой финансовой поддержки для достижения ЦУР.

Кроме того, измерение пищевых отходов является необходимым условием для измерения прогресса и получения знаний о том, на каком этапе цепочки пищевых отходов сохраняются проблемы, что также является обязанностью правительств стран.

Поддержка и вмешательство правительств имеют решающее значение для успеха других субъектов, таких как промышленность, государственно-частное партнерство (ГЧП) и население. Следовательно, национальные правительства, как правило, играют ключевую роль во всех инициативах, направленных на предотвращение пищевых отходов.

Например, План управления качеством окружающей среды Таиланда (2017-2022 гг.) призывает к объединению усилий государственного и частного

секторов по сокращению пищевых отходов. Это также требует наличия четкой стратегии по сокращению отходов во всей цепочке поставок продуктов питания, от производства, распределения, транспортировки и переработки в сельскохозяйственной отрасли и пищевых предприятиях до уровня домохозяйств [22].

План национального развития Уганды III (NDP III) предусматривает создание инкубаторов пищевых технологий и национальной системы управления пищевой цепочкой [23].

Национальная стратегия продовольственной безопасности Катара (2018–2023 гг.) включила сокращение пищевых отходов в качестве одного из своих основных направлений [24].

Предотвращение образования пищевых отходов также имеет огромное значение для местных органов власти, городов и правительств.

Многие города ввели широкий спектр мер и подходов против пищевых отходов и стремятся объединить усилия по сокращению пищевых отходов с практикой устойчивого развития. Они сформулировали и реализовали политику предотвращения образования отходов и переработки/восстановления, основанную на принципах замкнутого цикла, что привело к значительному сокращению образования отходов на душу населения и более высоким показателям переработки, а также к финансовым выгодам.

Например, город Бангкок разработал долгосрочный план по повышению и сохранению качества окружающей среды, охватывающий период почти 20 лет до 2036 года. План включает в себя разработку платформ сбора данных, которые позволят городу оценивать и измерять достижения и воздействия, связанные с пищевыми отходами. Кроме того, город Бангкок запустил несколько краткосрочных инициатив по продвижению и обеспечению участия гражданского общества и государственно-частного партнерства в сокращении пищевых отходов.

Городское правительство поддерживает микромасштабные инициативы и сотрудничает с различными местными сообществами и другими заинтересованными сторонами содействует сокращению пищевых отходов. Оно активно поддерживает общественные инициативы, но не вмешивается напрямую в деятельность по борьбе с пищевыми отходами. Проекты, созданные в рамках этого партнерства, включают совместный сбор пищевых отходов, переработку отходов и сокращение пищевых отходов на местных рынках.

В Колумбии городской совет Боготы разработал руководящие принципы по усилению предотвращения пищевых отходов посредством повышения осведомленности, учебных кампаний, продвижения инициатив по ответственности граждан, продвижения стратегий, которые позволяют повторно использовать потенциально съедобные продукты питания для потребления животными, и создание механизмов и стратегий для координации усилий по сокращению пищевых отходов. Местные власти стремятся

обеспечить участие частного сектора, предоставляя четкие руководящие принципы и рамки.

В Кампале городское правительство интегрирует городское сельское хозяйство в структуру городского планирования, чтобы сократить потери продовольствия в результате транспортировки на большие расстояния. Кроме того, в сотрудничестве с компанией Marula Protein муниципалитет пилотирует проект, направленный на устойчивое управление отходами путем создания высококачественного белкового корма для скота.

Наконец, в Уганде рефрижераторы продвигаются за счет освобождения от налога на импорт, что обеспечивает политическую поддержку развитию холодной цепи. Однако, хотя такие грузовики широко используются для транспортировки на большие расстояния, например, рыбы на экспортные рынки, они редко используются на заключительных этапах цепочки поставок продовольствия, на долю которых приходится значительная доля продовольственных потерь и отходов в стране.

Поскольку ответственность за утилизацию отходов обычно несут местные органы власти, именно они должны быть заинтересованы в сокращении пищевых отходов путем реализации инициатив по предотвращению пищевых отходов.

Все большее число местных руководителей по всему миру уже осознают свою ответственность и включили цели сокращения пищевых отходов в политическую повестку дня, в том числе посредством глобального партнерства между городами. Аналогичным образом, агентства по охране окружающей среды в разных странах, разработали для местных органов власти подробные инструкции и инструменты по предотвращению пищевых отходов.

Политические стимулы (например, налогообложения, налоговые льготы, субсидии, штрафы), часто устанавливает границы, в которых могут действовать партнерства по борьбе с пищевыми отходами, тем самым обеспечивая или ограничивая предотвращение или переработку отходов.

Например политика в отношении отходов в Уганде предоставляет налоговые скидки производителям, использующим определенные упаковочные материалы. Однако скидка доступна только тем продавцам, которые планируют экспортировать свои товары, поэтому экологические выгоды получают страны-импортеры, не оказывая никакого влияния на местные пищевые отходы. Поэтому необходим тщательный анализ и устранение стимулов которые имеют негативные последствия и препятствуют действиям по сокращению пищевых отходов.

### **Государственно-частное партнерство**

Государственно-частное партнерство (ГЧП) представляет собой механизм сотрудничества между органами государственной власти и компаниями частного сектора, используемый для финансирования, строительства и эксплуатации проектов, часто с крупномасштабной инфраструктурой, а также и для обслуживания населения.

Другие заинтересованные стороны, такие как НПО и исследовательские институты, также могут быть привлечены.

ГЧП являются полезными механизмами, поскольку они создают общую собственность в решении проблем и могут обеспечить высокую видимость и влияние благодаря высокому уровню легитимности. Они также используются для минимизации рисков компаний частного сектора.

Компании в целом склонны к достижению своих целей в рамках государственно-частного партнерства, помимо добровольных соглашений, которые они, возможно, подписали. Среди причин — корпоративная социальная ответственность, репутация компании, давление со стороны клиентов, возможность финансовой экономии и неявная угроза законодательства.

Политическая поддержка играет решающую роль на ранней стадии партнерства, обеспечении поддержки, частичного финансирования и прозрачности.

Государственно-частные партнерства, направленные на сокращение пищевых отходов, обычно организуются на национальном уровне и рассчитаны на несколько лет.

Ярким примером национального государственно-частного партнерства является «Обязательство Курто», принятое в 2007 году правительством Великобритании [25].

В центре инициативы находилась крупномасштабная кампания в СМИ «Люби еду, ненавидь отходы», проводимая Программой действий по отходам и ресурсам (WRAP).

В период с 2007 по 2012 год Великобритания добилась сокращения бытовых пищевых отходов на 21%.

Благодаря успеху и одобрению запуска Целей устойчивого развития ООН, партнерство вступило во второй период в 2015 году.

В соответствии с «Обязательством Курто до 2025 года» усилия по расширению партнерства и достижению дальнейшего сокращения пищевых отходов и напитков в Великобритании продолжаются.

В рамках национального партнерства «Дания против пищевых отходов» несколько крупнейших датских поставщиков продуктов питания и магазинов согласились обеспечить большую прозрачность в отношении потерь и отходов пищевой продукции и активно работать над снижением индивидуальных уровней [26].

В частности, они измеряют и публикуют данные об объеме ежегодных продовольственных потерь и пищевых отходов, а также принимают меры по сокращению количества выбрасываемых продуктов питания.

Три датские сети супермаркетов добились сокращения продаж на 28%, или 12 000 тонн, за период с 2014 по 2017 год.

Члены PCFWS (государственно-частное партнерство и добровольное соглашение, в котором участвуют крупные предприятия пищевой промышленности наряду с местными властями, правительствами штатов США)

совместно работают над достижением общей цели – эффективных общепромышленных действий по предотвращению и сокращению пищевых отходов, опираясь на существующие платформы и обязательства по сокращению пищевых отходов [27].

### **Инициативы бизнеса**

Различные виды бизнеса (включая предприятия общественного питания, розничных продавцов, сферы услуг и т. д.) играют решающую роль, влияя на поведение потребителей в отношении пищевых отходов.

Тем не менее, для многих предприятий пищевые отходы не являются приоритетной задачей. Основные причины заключаются в том, что предприятия не осведомлены о масштабах и характере пищевых отходов, связанных с их группой продуктов или истинных затратах, связанных с пищевыми отходами.

Компании могут видеть только затраты, связанные с платой за утилизацию отходов, вместо того, чтобы оценивать истинные затраты, связанные с пищевыми отходами, такие как затраты на сырье и добавленную стоимость, например, воду, электричество, рабочую силу и производственные мощности.

Наконец, перед компаниями стоит задача найти решения, которые помогут решить проблему пищевых отходов на потребительском уровне.

Другие предприятия отдают высокий приоритет предотвращению пищевых отходов, главным образом потому, что они понимают истинную цену пищевых отходов для своей сферы деятельности и последствия любого негативного общественного восприятия их ненадлежащих действий в отношении пищевых отходов.

Наконец, в продовольственную систему входит новый тип бизнеса, замыкающий ресурсный цикл, возвращая излишки продовольствия в продовольственную систему посредством каналов перераспределения.

Эта бизнес-модель построена вокруг перераспределения продуктов питания, где пищевые отходы рассматриваются как ресурс, с помощью которого можно заработать деньги, одновременно решая важную экологическую проблему и обеспечивая социально-экономические выгоды в форме занятости, доходов, улучшения питания и т. д.

Есть несколько способов, с помощью которых компании помогают потребителям сократить пищевые отходы.

Частные компании играют решающую роль в разработке и внедрении технологических решений по сокращению или предотвращению пищевых отходов на уровне потребителей.

Поставщики технологий полагаются на тесное сотрудничество с заинтересованными розничными торговцами, поставщиками общественного питания и потребителями, чтобы стимулировать инновационные процессы, ориентированные на пользователей, и учиться на технологических прототипах и функциональных решениях.

Контракты между операторами цепочки поставок могут быть составлены таким образом, чтобы в добровольной и совместной форме включать средства предотвращения пищевых отходов на уровне потребителей и операторов.

Контракты между розничными торговцами и поставщиками могут включать требования, касающиеся, например, упаковки, маркировки и информации на упаковке.

Розничные продавцы могут взять на себя обязательство помочь покупателям приобрести нужное количество товара, предложив упаковки разных размеров.

Компании также могут предоставлять информацию потребителям через различные каналы связи (информационные бюллетени, сообщения на местах, журналы для клиентов, социальные сети и т. д.).

Сектор гостеприимства может внедрить системы мониторинга, чтобы определить этапы, на которых они выбрасывают продукты питания, и использовать технологии Интернета вещей (IoT) для мониторинга запасов скоропортящихся продуктов питания, чтобы убедиться, что они используются до того, как испортятся.

Измерение пищевых отходов представляет собой множество проблем для индустрии общественного питания.

Две наиболее распространенные проблемы заключаются в том, что измерять и как измерять последовательно, чтобы получить достоверные данные и обеспечить управление производством продуктов питания.

FoodWaste — это цифровой инструмент, который помогает организовать и упростить задачи по измерению пищевых отходов.

Устанавливая управляемый план и фактические целевые суммы, разделенные на клиентов, компании, использующие FoodWaste, присоединяются к остальной отрасли и сосредотачивают свое внимание на том, где образуются отходы.

Аналогичным образом, столовые и рестораны могут сократить пищевые отходы, связанные с обслуживанием в виде шведского стола или предложением порций меньшего размера (рис.5).



Рисунок 5 - Обед в столовой «шведский стол» с использованием IoT-весов.

Например, сеть отелей Comwell в Дании, используя технологию FoodWaste, а также данные и отчеты, которые она генерирует, смогла определить точное происхождение своих пищевых отходов, были ли отходы главным образом со шведского стола или с тарелок гостей, а также фактические продукты, которые были источником большей части отходов.

Таким образом, собранные к настоящему времени данные позволили Comwell определить, на что направить свои усилия по сокращению пищевых отходов. Компания поставила перед собой цель сократить пищевые отходы в зоне для завтрака на 25%. Они смогли сэкономить деньги на продуктах, время, затрачиваемое на приготовление пищи, а также уменьшить воздействие на климат.

В контексте фуршета существует несколько стратегий, позволяющих подтолкнуть клиентов к тому, чтобы избежать чрезмерного обслуживания, предлагая меньшие тарелки, обеды без подносов, укомплектование буфета персоналом, предварительную расстановку блюд или системы оплаты по весу.

Исследование показывает, что тарелки меньшего размера сокращают количество отходов от порций шведского стола на 20% [28].

Другое исследование показало, что тарелки меньшего размера сокращают пищевые отходы на 57%, хотя это исследование также показало, что количество потребляемой пищи сократилось на 31% [29].

В исследовании, проведенном в Сан-Паулу, Бразилия, пищевых отходов на тарелке было меньше всего в ресторанах, предлагающих шведский стол с переменной ценой (за вес), что давало потребителям сильный финансовый стимул не выбрасывать еду, а также возможность контролировать размер порций.

Напротив, обслуживание столов с фиксированной ценой, которое не предлагало ни стимулов, ни возможностей, привело к увеличению отходов тарелок в среднем в три раза [30].

FoodOP — это интеллектуальная платформа для планирования и отслеживания меню, дополненная данными из весов IoT (рис.6).



Рисунок 6 - Сокращение пищевых отходов с использованием IoT-весов.

IoT-весы размещаются под всеми блюдами и контейнерами для органических продуктов для измерения потребления и остатков каждого блюда. Эти данные дают детальное представление о потреблении и отходах от производства, порций и тарелок гостей.

Все данные, например, о пищевых отходах, углеродном следе и предпочтениях гостей, отображаются на специальных информационных панелях. Платформа также дает шеф-повару рекомендации на основе искусственного интеллекта по многим аспектам планирования меню, включая количество, экологичность и то, как адаптировать меню к предпочтениям гостей

До 50% покупок продуктов питания выбрасываются впустую в компаниях общественного питания. Распределение пищевых отходов варьируется, но обычно 15-25% составляют производственные отходы, 40-50% - от сервировки и 20-30% - от тарелок гостей.

С помощью FoodOP пищевые отходы обычно сокращаются на 40–70 % в течение 3–6 месяцев. Воздействие на окружающую среду, как правило, сокращается еще больше за счет более экологичных меню (например, поварам предоставляется доступ к большой базе данных рецептов).

### ***Массовые инициативы***

Массовые инициативы могут сыграть важную роль в изменении повседневной практики потребления продуктов питания отдельными людьми и домохозяйствами.

Причина в том, что низовые инициативы представляют собой форму экологического активизма, направленного снизу вверх и направленного на изменение повседневной практики потребления.

Массовые инициативы обычно представляют собой совместные социальные мероприятия, организованные на уровне местного сообщества и характеризующиеся плоской иерархией и высокой степенью участия в принятии решений.

Массовые инициативы в области пищевых отходов обусловлены либо экологическими, либо социальными проблемами, либо тем и другим. Некоторые инициативы направлены на предотвращение пищевых отходов (высший приоритет в иерархии пищевых отходов) путем предоставления знаний и инструментов планирования, позволяющих избежать излишков еды.

Многие другие сосредотачивают внимание на втором приоритете иерархии отходов, а именно на повторном использовании излишков продовольствия путем перераспределения их среди нуждающихся людей.

Эти инициативы обычно направлены на «спасение» съедобных пищевых отходов, например, из супермаркетов, сбор остатков урожая у фермеров или заключение договоренностей с последующими субъектами (розничные торговцы, оптовики, переработчики, компании общественного питания и т. д.), которые производят большое количество излишков еды для пожертвования организациям, которые затем перераспределяют их среди нуждающихся людей.

Наконец, некоторые низовые организации продвигают городское сельское хозяйство на общих открытых пространствах, где можно выращивать овощи для собственного потребления или для совместного использования с сообществом. Эти инициативы основаны на обмене знаниями и навыками в области садоводства.

Хотя низовые инициативы часто направлены на разработку устойчивых моделей потребления для домохозяйств, они также могут привести к изменениям и наращиванию потенциала на уровне сообщества и потенциально могут привести к инфраструктурным изменениям в обществе посредством социальных инноваций и экспериментов.

Однако инициативы на низовом уровне часто сталкиваются с рядом проблем:

- во-первых, создавать и поддерживать инициативы на низовом уровне сложно, потому что, когда они растут в размерах, потребительский опыт, поддерживаемый такими ценностями, как персонализация, доверие, толерантность и подотчетность между участниками, может упасть.

- во-вторых, инициативы на низовом уровне, которые успешно поддерживались в течение некоторого времени, часто сталкиваются с трудностями при более широком распространении.

Распространение низовых инициатив может происходить по трем путям: расширение масштабов, тиражирование в новых местах или перевод в основной контекст. Основная идея низовой инициативы может также распространяться основными субъектами, перенимающими основные идеи и интегрирующими их в свои собственные бизнес-модели.

Одно возникающее общественное движение сосредоточено на так называемых общественных холодильниках (рис.7), через которые распределяются продукты питания с целью сокращения пищевых отходов.



Рисунок 7 - Раздача излишков еды через общественные холодильники «Freeedge»

«Freeedge»— это механизм обмена, целью которого является сокращение пищевых отходов. Он способствует равному доступу к здоровой пище посредством установки общественных холодильников, которые используются для обмена едой и идеями внутри района [31].

Этот новый подход имеет глобальный охват и популярен в Великобритании, США, Сингапуре, где общественные холодильники получили более широкое распространение во время пандемии COVID-19.

## 5 ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ДОБРОВОЛЬНЫЕ СОГЛАШЕНИЯ

Различные инструменты, включая политику и нормативные акты, стандарты и маркировку, добровольные соглашения и информационные подходы, были разработаны и внедрены субъектами, стремящимися свести к минимуму излишки продуктов питания посредством их предотвращения или повторного использования.

### *Государственная политика и регулирование*

В принципе, государственная политика и регулирование могут влиять (прямо или косвенно) на все индивидуальные и системные факторы и социальные практики, ответственные за поведение, связанное с пищевыми отходами.

Правительства используют государственно-частное партнерство, информационные кампании и широкие инициативы, такие как политика нулевых отходов или политика экономики замкнутого цикла, для решения более широких проблем, которые также имеют актуальное значение.

### *Стандарты и инициативы измерений*

Одна из огромных проблем при разработке лучших мер по борьбе с пищевыми отходами заключается в том, что данные о пищевых отходах отсутствуют во многих регионах мира. Потребители также не знают, сколько пищевых отходов они производят.

Более того, важно, чтобы данные были сопоставимы по странам и регионам и чтобы они давали четкое представление об источниках пищевых отходов, которые характеризуют конкретную продовольственную систему в данной стране или регионе. Без таких данных трудно понять, с чего начать при разработке мер по борьбе с пищевыми отходами.

Измерение пищевых отходов и получение знаний об исходных показателях, от которых следует измерять прогресс, являются необходимым условием не только для разработки эффективных мер, но и для достижения целей, изложенных в ЦУР.

Большая работа была проделана над разработкой стандарта учета и отчетности о потерях и пищевых отходах, который закладывает основу для отчета «Индекс пищевых отходов» впервые опубликованного в 2021 году, и глобального Атласа пищевых отходов [32] разработанного WRAP и Институтом мировых ресурсов (WRI).

Индекс пищевых отходов представляет собой общую методологию измерения пищевых отходов и отслеживания прогресса в достижении ЦУР.

В 2021 году ISO создала рабочую группу по разработке общего международного стандарта по сокращению пищевых отходов.

Стандарт должен гарантировать общее понимание того, что такое пищевые отходы и как они измеряются, что упрощает сравнение и постановку целей между организациями и странами.

Еще одной наднациональной инициативой по измерению является Платформа ЕС по продовольственным потерям и пищевым отходам, которая разработала рекомендации для субъектов государственного и частного секторов относительно измерения пищевых отходов путем повышения доступности, последовательности и прозрачности данных [33].

Аналогичным образом, национальные и местные органы власти по всему миру инициировали процессы по установлению своих базовых показателей и схем измерения.

Благодаря инициативе С40 многие крупные города взяли на себя обязательства и уже разработали схемы измерения, позволяющие отслеживать прогресс в сокращении потерь и порчи пищевой продукции на 50% по сравнению с базовым уровнем 2015 года [34].

Страны и города могли бы наилучшим образом использовать эти инструменты в создании и совершенствовании своих систем данных для измерения и анализа пищевых отходов.

Наконец, систематическое измерение является ключевым компонентом многих конкретных инициатив по борьбе с пищевыми отходами.

Здесь отдельные фирмы или ГЧП разработали такие технологии, как «умные» контейнеры и «умные» весы, а также аналитику данных и платформы данных, которые позволяют довольно точно отслеживать количество и качество пищевых отходов, особенно в секторе общественного питания и домохозяйствах.

Из этих инициатив можно извлечь важные уроки при разработке схем измерения и мониторинга в городском и национальном масштабе.

Можно было бы провести дополнительную работу по оптимизации измерения пищевых отходов и повысить потенциал стран, городов и предприятий в улучшении сбора и анализа данных.

Региональные рабочие группы ЮНЕП по пищевым отходам помогают многим странам измерить исходные показатели и разработать национальные стратегии предотвращения пищевых отходов.

#### *Маркировка даты*

Этикетки с датами влияют на потребителей при выборе продуктов питания в момент покупки, а также их последующем потреблении и решение выбросить еду. Тем не менее, существуют значительные различия в практике маркировки дат во всем мире. На наиболее распространенных маркировках даты проводится различие между безопасностью («годен до/срок годности») и качеством («употребить до»).

Обозначение «годен до» – это вопрос безопасности. Маркировкой «годен до» или сроком хранения отмечают скоропортящиеся продукты, которые не подходят для употребления после соответствующей даты, как, например, сырое мясо. Товары с истекшим сроком годности нельзя продавать или употреблять в пищу.

Обозначение «употребить до», касается качества, а не безопасности. После этой даты пищу можно будет употреблять в пищу и спустя некоторое

время, но она может оказаться не в лучшем виде. Его вкус и текстура могут быть не такими хорошими. Маркировка «употребить до» ставится на товарах с более долгим сроком хранения, таких как хлеб, булка или бакалея.

Согласно закону о защите прав потребителя, товар с маркировкой «употребить до» после истечения срока годности считается бракованным, и продавцу следует отделить его от других товаров, отметить соответствующим образом и продавать по сниженной цене.

Продавец берет на себя ответственность при продаже товаров «употребить до» после истечения срока годности, оценивая, является ли продукт безопасным для здоровья.

Срок годности будет точным только в том случае, если продукты хранятся в соответствии с инструкциями на упаковке.

Чтобы срок годности был действительным ориентиром, нужно внимательно следовать инструкциям по хранению. Например, если в инструкциях на упаковке указано хранить продукты в холодильнике после открытия, следует хранить их в холодильнике при температуре 5°C или ниже.

Отсутствие согласованной практики маркировки дат способствует недопониманию на рынке, неправильному использованию производителями и путанице для отдельных лиц и домохозяйств, а также вызывает неадекватную реакцию.

Например, исследования показали, что около 50% потребителей не понимают значения этикеток с датами[35].

Следствием этого является то, что большое количество продуктов питания выбрасывается впустую из-за неправильных представлений относительно этикеток с датами.

Например, исследование Комиссии ЕС [36] показало, что 10% (что эквивалентно 8,8 миллионам тонн) ежегодно образующихся пищевых отходов в ЕС связано с неправильным пониманием маркировки даты.

Более того, производители проявляют чрезмерную осторожность при использовании сроков годности и указании значительных запасов прочности.

Это связано с тем, что они несут основную ответственность за обеспечение безопасности своей продукции при ее потреблении, однако они не контролируют цепочку поставок дальше по цепочке и, следовательно, применяют запас прочности к срокам годности, в результате чего продукты питания хорошего качества, являющиеся безопасными, выбраковываются на этапах розничной торговли и потребления.

### ***Перераспределение излишков продовольствия***

Совместное потребление на культурных или общественных мероприятиях может привести к появлению больших излишков продовольствия. В этом контексте возникло несколько инициатив и партнерств, направленных на сокращение пищевых отходов.

Перераспределение излишков продовольствия является еще одной центральной темой для государственных органов во всем мире в их борьбе с пищевыми отходами.

Правительства используют меры, предусмотренные законами, либо более мягкие схемы стимулирования, чтобы заставить супермаркеты, рестораны и производителей продуктов питания жертвовать излишки продуктов питания.

Хорошо зарекомендовавшей себя инициативой, присутствующей во многих городах, является систематическое перераспределение излишков продовольствия через так называемые продовольственные банки.

Продовольственные банки приобретают тенденцию в глобальном масштабе и представляют собой институциональные механизмы, которые позволяют и организуют сбор излишков продовольствия у различных участников продовольственной системы (агропромышленность, розничная торговля, рестораны, предприятия общественного питания и т. д.) и перераспределение их среди уязвимых социальных групп.

В 2016 году Франция стала первым правительством, которое запретило супермаркетам выбрасывать или уничтожать непроданные продукты питания, сделав обязательным для супермаркетов площадью более 400 м<sup>2</sup> передавать непроданные продукты на благотворительность или в продовольственные банки. В 2019 году французский закон был распространен на массовое питание и производство продуктов питания[37].

Правительство Австралии решило поддержать благотворительные организации Food Rescue Charity в решении проблем с излишками продуктов питания, не налагая при этом каких-либо юридических обязательств на бизнес [38].

В Сербии например разработали цифровую платформу, соединяющую более сотни розничных продавцов с благотворительными организациями и инициативами, повышающую эффективность перераспределения продуктов питания и, в конечном итоге, в разы сокращающую пищевые отходы.

Розничные торговцы регистрируют излишки продуктов питания и пожертвования продуктов питания через платформу «Plate by Plate», данные, которые затем предоставляются гуманитарным организациям. Следовательно, они могут зарезервировать и позже собирать пожертвования и перераспределять их среди тех, кто нуждается.

Правительства также могут создавать схемы стимулирования пожертвования продуктов питания путем внесения изменений в основы налоговой политики.

В США правительство признало важность пожертвований на еду и использует налоговую и правовую базу, для того, чтобы стимулировать предприятия жертвовать продукты питания нуждающимся.

В некоторых европейских странах такие налоговые льготы расширили сферу применения, включив в них стоимость услуг по логистике, хранению и транспортировке, связанных с пожертвованиями продуктов питания.

Местные органы власти также играют важную роль в объединении местного частного сектора и низовых субъектов, чтобы стимулировать перераспределение непроданных продуктов и излишков продовольствия.

Например, Миланский пакт о городской За этим регулированием стоит двойная задача: оно направлено как на предотвращение пищевых отходов, так и на улучшение доступа к продовольствию для нуждающихся людей. Продовольственной политике 2015 года направлен на создание устойчивых и инклюзивных продовольственных систем, уделяя особое внимание «социальной и экономической справедливости» в продовольственных системах [39].

Аналогичным образом, в Пакистане Управление продовольствия Пенджаба (PFA) приняло Постановление об утилизации излишков продовольствия 2019 года, которое требует от предприятий общественного питания, ресторанов и производителей жертвовать излишки продуктов питания малообеспеченным слоям населения в рамках борьбы с голодом [40].

Местные органы власти также могут интегрировать требования по достижению ЦУР 12.3 посредством государственных закупок, требуя от поставщиков жертвовать излишки продуктов питания социальным организациям, которые затем распределяют продукты питания.

Например, Общественный центр социального обеспечения в Брюгге, Бельгия, стремится включить ЦУР 12.3 в свои тендерные спецификации [41].

#### *Борьба с расточительным поведением потребителей*

Совсем недавно правительства инициировали политику и правила, направленные на «расточительное» потребительское поведение, связанное с приемом пищи и обеденными практиками, которые, как правило, приводят к чрезмерным пищевым отходам. Такое поведение часто определяется культурой.

В некоторых культурных средах, таких как рестораны или социальные практики питания клиентов приводят к исключительно большому количеству пищевых отходов.

В Южной Корее, например, множество гарниров, которые сопровождают традиционную еду, часто остаются несъеденными, что приводит к очень высокому уровню потребительских пищевых отходов. Такая практика заставила правительства принять законы, регулирующие лучшее потребительское поведение.

Например, китайские законодатели приняли закон о борьбе с пищевыми отходами, целью которого является сокращение примерно 18 миллионов тонн пищевых отходов каждый год в городской сфере общественного питания Китая.

Закон позволяет ресторанам взимать с клиентов плату за утилизацию за оставление чрезмерных остатков еды, а рестораны получают предупреждение и впоследствии штраф в размере до 10 000 юаней (1546 долларов США), если будут признаны виновными в поведении, которое может привести к тому, что посетители будут тратить еду впустую.

Государственная политика и нормативные акты, направленные на предотвращение пищевых отходов используют разные типы инструментов.

Правительства используют политические инструменты с обоих концов спектра, от жесткого регулирования до более мягких схем стимулирования.

### *Добровольные соглашения*

Добровольные соглашения являются альтернативными политическими инструментами, принадлежащими к так называемому «мягкому праву» и новым инструментом государственной политики.

В контексте экологической устойчивости это схемы, в которых организации государственного и частного секторов берут на себя обязательства по улучшению своих экологических показателей без необходимости принятия законодательства или санкций.

Они включают саморегулирование и обязательства, разработанные отраслью и/или другими заинтересованными сторонами и реализуемые по их собственной инициативе или в ответ на развитие политики.

В этих обстоятельствах органы государственной власти склонны скорее управлять вопросом, действуя косвенно в качестве посредника вместо того, чтобы использовать авторитарную власть посредством инструментов типа «командования и контроля» [42].

Заключая добровольные соглашения, пищевые компании могут признать свою роль в образовании пищевых отходов и взять на себя обязательство принять меры по их минимизации.

Производители, розничные торговцы и компании общественного питания сами принимают меры по сокращению пищевых отходов, они также действуют в отношении пищевых отходов, возникающих наверху, то есть у их поставщиков, и внизу, в домах потребителей.

Эффективность добровольных соглашений о потребительских пищевых отходах трудно измерить, поскольку такие соглашения являются частью более широкой благоприятной среды по сокращению пищевых отходов и, как правило, становятся эффективными за счет объединения задействованных инструментов (информации, стимулирования, технологий и т. д.).

## **6 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ИНФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

### *Повышение осведомленности и обмен информацией*

Примеры «информативных» приложений включают интегрированные приложения для планирования питания, приобретения пищи и поиска рецептов, приложения для напоминаний потребителям о сроке годности продукта, приложения обеспечивающие доступ к инфраструктуре для обмена едой.

Стратегии, предоставляющие только информацию, вероятно, относятся к наименее успешным мерам, направленным на поощрение проэкологического поведения.

В отношении пищевых отходов, фактических данных недостаточно, однако можно выделить основные эффективные меры вмешательства, основанные на информации: предоставления участникам рекомендаций по различным продуктам питания для дома, практики (например, заранее планировать покупки продуктов) в сочетании с публичными обязательствами и мерами по постановке целей.

Инициативы, основанные на информации предполагают, что предоставление информации повышает осведомленность о проблемах и меняет поведение.

Информацию используют в различных инициативах: от информационных компаний по социальным нормам через образовательные усилия и обучение навыкам до подсказок, обратной связи и самообязательства. Их можно реализовать в различных масштабах, в национальном или международном, в случае проведения кампании в ситуативных условиях, например, в университетской столовой или магазине. Широко используются ИКТ или цифровые инструменты.

Инициативы, использующие социальные нормы в области пищевых отходов, предоставляют информацию о желаемом поведении или отношениях в своей референтной группе, зная, что люди склонны соответствовать большинству.

Это можно сделать в форме демонстрации повседневных практик питания, таких как планирование, покупка, хранение, порционирование и повторное использование остатков, чтобы продемонстрировать социально желательное поведение для формирования бытовых навыков.

Социальные нормы оказывают социальное давление, которое, в свою очередь, может определять поведение в отношении пищевых отходов. Подсказки в виде коротких письменных сообщений в ресторанах, кафе или столовых о возможности взять с собой пакет с остатками еды для своей собаки заставили пользователей принять домой свои остатки чаще, чем в ситуациях без подсказки, что привело к значительному сокращению пищевых отходов[43].

### ***Инструмент информирования потребителя, включая экологическую маркировку***

Инструменты информирования потребителей, такие как экомаркировка и стандарты устойчивого развития, представляют собой особый тип информационного подхода, предназначенного для того, чтобы направлять потребителей к пищевым продуктам, которые имеют лучшие экологические характеристики (в том числе на этапах использования и утилизации), а также информировать потребителей о воздействии на окружающую среду их потребительского выбора.

В настоящее время очень немногие инструменты информирования потребителей охватывают пищевые отходы. Этикетки с датами, такие как «Употребить до» и «Годен до», являются основными указаниями для потребителей относительно утилизации пищевых продуктов, но они могут вводить в заблуждение и фактически увеличивать пищевые отходы, если не сопровождаются четкими объяснениями.

Компаниям необходимо использовать четкие и актуальные сообщения для предоставления информации о продукте. Им также необходимо обеспечить экологическую достоверность информации, чтобы избежать путаницы и недоверия, которые подорвут эффективность управления потребительским выбором.

Также необходимо лучше информировать потребителей о действиях, которые могут сократить пищевые отходы после покупки, такие как хранение, продление срока службы продукта и лучшие методы приготовления пищи.

## 7 «ПОДТАЛКИВАНИЕ» - ПОДХОД, ОСНОВАННЫЙ НА ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Использование поведенчески обоснованных подходов для изменения поведения людей, также называемых «подталкиванием», приобрело популярность в политике. Важнейшими аспектами являются здоровье и проэкологическое потребительское поведение, что порождает так называемую поведенчески обоснованную политику.

Подталкивание включает в себя небольшие, недорогие, сохраняющие выбор подходы с минимальным вмешательством в управление выбором людей. Подталкивание определяется как любой аспект архитектуры выбора, который изменяет поведение людей предсказуемым образом, не запрещая какие-либо варианты или существенно не изменяя их экономические стимулы.

Цель состоит в том, чтобы влиять на поведение потребителей без принуждения, оставляя у потребителей представление о том, что они пользуются свободой выбора. Хотя выбор гарантирован, он, тем не менее, находится под влиянием «архитектуры выбора», то есть проектирования того, как выбор предоставляется потребителям.

Примерами подталкиваний, протестированных в области потребительских пищевых отходов, являются социальные нормы, предупреждения и напоминания (частично совпадающие с информационными вмешательствами), размеры тарелок и порционирования.

Существует небольшой, но растущий объем эмпирических данных о том, что подталкивание и архитектура выбора оказывают положительное воздействие на потребительские пищевые отходы при проверке в полевых экспериментах. Лишь некоторые исследования смогли дать их количественную оценку, возможно, потому, что вмешательство посредством подталкивания легче осуществлять вне дома, чем дома. Когда в исследовании размер тарелки был уменьшен, сокращение пищевых отходов было наибольшим (57%), но также наблюдалось уменьшение количества потребляемой пищи на 31%. [44]

В исследовании [45] сообщалось о сокращении пищевых отходов в ресторане «шведский стол» на 20%, когда было использовано подталкивание–уменьшенный размер тарелки.

На количество выбрасываемой еды может влиять не только размер тарелки или порции, но и возможность ее одноразового использования. 51% сокращение пищевых отходов было достигнуто за счет использования постоянных, а не одноразовых тарелок.

Подталкивание не дорогой, простой и успешный в реализации прием, а потому хорошо принимаются потребителями. Мало что известно о том, оказывают ли подталкивания какие-либо долгосрочные последствия на потребительские привычки и глубоко укоренившиеся нормы и практики, связанные с пищевыми отходами.

Политику подталкивания критикуют за то, что она хочет подтолкнуть людей к определенному выбору путем стимулирования бессознательных

психологических процессов, а не помочь им научиться принимать более правильные решения путем развития преднамеренных рациональных способностей [46].

Однако сторонники подталкивания утверждают, что речь идет о сочетании подталкивания и просвещения по вопросам пищевых отходов, чтобы помочь людям достичь своих собственных целей по сокращению пищевых отходов. В этом контексте подталкивания, направленные на укрепление здоровья, безопасности и защиты окружающей среды, действительно получают высокие показатели одобрения в опросах, проводимых среди населения, главным образом в странах с высоким уровнем дохода [47].

Наконец, эффективность подталкивания зависит от доверия к государственным институтам, поэтому в разных странах наблюдаются большие различия в показателях одобрения инициатив подталкивания и их эффективности.

## **8 ВЛИЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОКРАЩЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ**

Насущные проблемы пищевых отходов открывают окно для технологических инноваций, которые актуальны на всех этапах цепочки создания стоимости продуктов питания и сами по себе привлекают все большее внимание.

Внедрение различных технологических решений может улучшить вертикальное сотрудничество между пользователем технологии и другими участниками цепочки создания стоимости с целью сокращения пищевых отходов.

Технологические инновации могут способствовать предотвращению образования и повторного использования отходов или способствовать повышению ценности неизбежных пищевых отходов посредством переработки или восстановления.

Технологии предотвращения пищевых отходов и их повторного использования на уровне потребителей преследуют разные цели:

- продлить срок годности пищевых продуктов;
- сократить образование излишков продуктов питания в розничной торговле, домашних хозяйствах, ресторанах и т. д.;
- увеличить и сделать более эффективным перераспределение излишков еды.

Таким образом, сокращение пищевых отходов включают: технологии сохранения пищевых продуктов, упаковку пищевых продуктов, интеллектуальную маркировку, интеллектуальные устройства или приложения ориентированные на потребителя.

Многие из этих технологий все еще довольно сырые, их развитие характеризуется ранними стадиями экспериментирования, прототипирования или ограниченного внедрения.

Компетенции и ключевые технические знания, связанные с внедрением новых технологий, часто лежат за пределами цепочки поставок продуктов питания и, следовательно, требуют новых типов сотрудничества с поставщиками технологий и новых модифицированных бизнес-моделей.

Также не хватает данных об экономических, экологических и социальных выгодах от внедрения «зеленых» технологий в отношении пищевых отходов.

Внедрение новых технологий может восприниматься как дорогостоящее и рискованное для отдельных компаний в различных отраслях пищевой промышленности. Таким образом, хотя новые технологии показывают многообещающие результаты и вселяют надежду на успешное решение проблемы пищевых отходов на потребительском уровне, технологические инновации не могут оставаться в стороне.

Чтобы полностью раскрыть их потенциал в сокращении пищевых отходов и снизить риск для отдельных компаний, связанных с внедрением новых

технологий, необходима благоприятная среда, которая объединяет политику, инфраструктуру, финансы и поведенческие изменения среди потребителей.

Основываясь на концепции экологически чистых технологий ЮНЕП под «зелеными технологиями» понимаются те технологии, которые обладают потенциалом значительно улучшить экологические показатели по сравнению с другими технологиями.

Зеленые технологии защищают и меньше загрязняют окружающую среду, используют ресурсы устойчивым образом, перерабатывают больше отходов и продуктов и обрабатывают все остаточные отходы более экологически приемлемым способом, чем технологии, которые они заменяют.

Зеленые технологии также включают в себя организационные и управленческие процедуры, направленные на обеспечение экологической устойчивости

Зеленые технологии все чаще используются для предотвращения, повторного использования и переработки пищевых отходов, открывая новые возможности для экономики и общества. Они являются одним из ключевых инструментов, используемых правительствами, городами, предприятиями, НПО и другими субъектами в мерах по сокращению потребления продуктов питания, и они часто используются в поддержку других инструментов, таких как регулирование и подталкивание.

Внедрение или модификация технологий направлены на предотвращение или повторное использование излишков пищи для потребления человеком или на улучшение управления неизбежными пищевыми отходами посредством переработки, рекуперация энергии или утилизации посредством спроектированной свалки.

Одной из широко известных зеленых технологий является компостирование

Компостирование широко используемый вариант переработки пищевых отходов, который изменяет почву и питательные вещества для удобрений, одновременно сокращая количество свалок.

Малазийский стартап Маеко разработал машину, которая быстро ускоряет компостирование пищевых отходов в аэробной среде (рис.8)



Рисунок 8 - Ускорение компостирования пищевых отходов в Малайзии

Измельчая отходы и тщательно контролируя температуру, перемешивание и поток воздуха, машина может производить готовый к использованию биоорганический компост в течение 24 часов, сокращая объемы отходов до 80%, избегая при этом выбросов метана и запахов, из-за захоронения мусора. Компост можно использовать в качестве удобрения или усилителя почвы на фермах и в садах.

Для магазинов, предприятий общественного питания и учреждений были разработаны различные компостеры промышленного масштаба (рис.9).



Рисунок 9 - Компостер промышленного масштаба. Маэко

В Бангкоке операторы местного рынка создали систему вознаграждений, которая поощряет продавцов собирать и возвращать органические отходы.

В рамках инициативы рынка по управлению отходами продавцы возвращают свои пищевые отходы руководству рынка. Остатки затем утилизируются на собственной биогазовой установке рынка.

Кроме того, часть пищевых отходов, возвращаемых продавцами, собирается для производства биоферментированной воды. Здесь пищевые и органические отходы смешиваются с водой и сахаром и оставляются для ферментации, с целью создания удобрений, а также средств от насекомых.

В Катаре продвигаются небольшие технологические инновации, начиная с простых мобильных приложений и заканчивая искусственным интеллектом.

В Кампале для хранения и транспортировки зерна используют герметичные двухслойные мешки. Эта технология упаковки убивает вредителей и защищает зерно от физических повреждений, тем самым продлевая срок хранения зерна, обеспечивая при этом его качество.

Разработка и распространение зеленых технологий, направленных на решение проблем с пищевыми отходами, не ограничивается только гражданским обществом и частным сектором.

Все это подчеркивает растущее осознание всего потенциала улучшенного управления отходами посредством внедрения «зеленых» технологий.

## 9 РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОКРАЩЕНИИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Многие зеленые технологии, внедряемые в современных городах, используют цифровизацию. Во многих областях продовольственные рынки и розничные торговцы внедряют цифровые инновации, используя интеллектуальные устройства для связи со своими клиентами и партнерами.

Цифровые технологии — это электронные инструменты, системы, устройства и ресурсы, которые генерируют, хранят или обрабатывают данные.

Технологии варьируются от простых устройств, таких как холодильники и приложения для покупок, до передовых технологий сохранения продуктов питания, упаковки и информационных технологий.

Технологическое развитие биотехнологии привело к появлению новых технологий в области термической, биологической и биохимической консервации, холодного хранения на солнечной энергии, активной упаковки, переработки отходов в энергию, компостирования, переработки и вторичной переработки.

За последние пару десятилетий технологический прогресс в области цифровизации, интеллектуальных датчиков и Интернета вещей открыл новые технологические решения, особенно для обработки скоропортящихся продуктов питания, что привело к появлению прорывных технологий, которые дают надежду на будущее сокращение пищевых отходов.

Умная упаковка, маркировка, хранение позволят предприятиям в цепочке поставок продуктов питания улучшить обработку, распределение и транспортировку пищевых продуктов.

Цифровые инструменты, сочетающие мобильные приложения с платформами данных, кажутся особенно эффективными в решении проблемы излишков пищи через схемы распределения продовольствия.

Для предприятий общественного питания также были разработаны эффективные системы измерения и управления пищевыми отходами с использованием интеллектуальных датчиков и весов, связанных с системами анализа и визуализации данных.

Новые цифровые технологии, такие как Интернет вещей (*рис.10*) и мобильные приложения, предоставляют инновационные решения для совместного использования продуктов питания, интеллектуальной маркировки, динамического ценообразования, отслеживания продуктов, интеллектуального перераспределения, планирования покупок и питания, а также хранения.

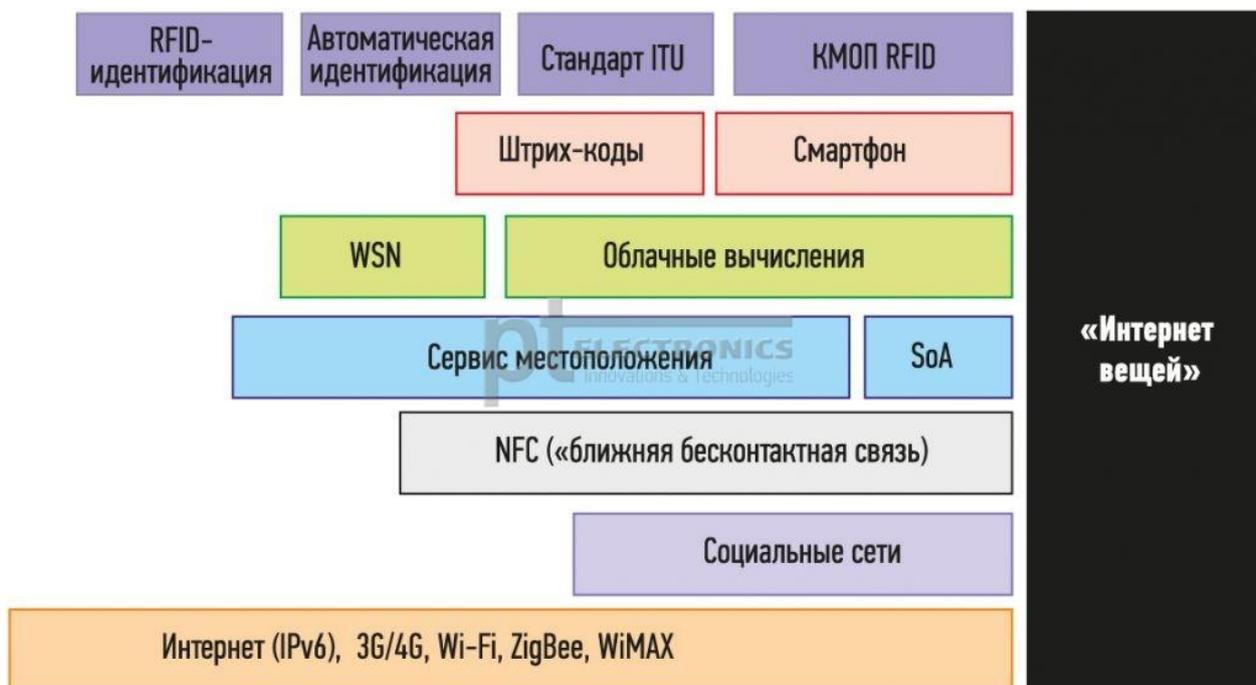


Рисунок 10 - Технологии, связанные с IoT

Перечень инструментов ИКТ и интеллектуальных технологий, связанных с пищевыми отходами, включает около 100 таких инструментов [48].

Они охватывают ряд мобильных приложений, ориентированных на потребителя, а также интеллектуальные устройства, использующие датчики, такие как «умный холодильник» и «умная корзина».

При разработке технологий для сокращения пищевых отходов в связи с динамичным характером продовольственных рынков и цепочек поставок необходима гибкость.

Особое внимание необходимо уделять технологиям, которые в первую очередь решают проблему пищевых отходов на этапе потребления, при этом оптимизация сокращения пищевых отходов требует подхода на системном уровне, который объединяет технологические и управленческие варианты по всей цепочке создания стоимости (включая мероприятия по завершению жизненного цикла).

Использование цифровых инструментов в городах особенно заметно в схемах распределения продовольствия, число которых растет во всем мире.

Схемы соединяют продавцов, розничных торговцев, рестораны, производителей, которые генерируют излишки продовольствия, с благотворительными организациями и конечными пользователями.

Используя платформы данных и приложения для смартфонов, они стремятся свести к минимуму пищевые отходы за счет уменьшения неудобств, затрат и задержек при перенаправлении излишков еды тем, кто в ней нуждается.

В Бангкоке, например, розничные торговцы на местном рынке создали систему вознаграждений, которая поощряет продавцов разделять пищевые отходы, выдавая «купоны». Продавцы могут передавать эти купоны

покупателям, которые затем могут использовать их для покупки различных экологически чистых товаров.

В Бангкоке стартап по борьбе с пищевыми отходами Yindii (рис.11) использует цифровые технологии для связи поставщиков излишков продуктов питания с потребителями. С помощью мобильного приложения, запущенного в 2020 году, люди могут покупать излишки еды в ресторанах по всему городу или заказать доставку на дом.



Рисунок 11 - Стартап Yindii по обмену едой в Таиланде.

В Белграде в 2021 году хабом Foodscale была запущена веб-платформа FoodShare, объединяющая доноров продовольствия, получателей и волонтеров для сокращения пищевых отходов, стремясь оптимизировать пожертвования излишков продовольствия социально незащищенным группам населения путем облегчения коммуникационных и логистических процессов.

Доноры в виде магазинов, ресторанов, отелей и государственных учреждений, таких как больницы и университеты, могут размещать пожертвования как на регулярной, так и на разовой основе.

В Боготе аналогичное приложение связывает производителей и розничных продавцов продуктов питания с продовольственными банками.

Используя цифровые технологии и искусственный интеллект, платформа EatCloud определяет места и моменты, когда продукты питания выбрасываются впустую по всей цепочке поставок.

Поскольку продавцы предоставляют платформе данные в режиме реального времени, меры можно принять до того, как продукты будут выброшены.

Получая данные от поставщиков продуктов питания и используя искусственный интеллект, платформа автоматически выбирает идеального бенефициара для каждого вида пищевых отходов. На сегодняшний день, данные, переданные через EatCloud, предоставили нуждающимся более 34 миллионов порций еды.

## 10 ТЕХНОЛОГИИ СОХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ЦЕПОЧКЕ ПОСТАВОК

Транспортировка и распределение свежих продуктов часто очень неэффективны и вызывают значительные пищевые отходы, а также болезни пищевого происхождения. Эти проблемы можно решить, объединив интеллектуальные сенсорные и коммуникационные технологии с улучшенным контролем качества и логистическими операциями по всей цепочке поставок. Технологии и методы сохранения пищевых продуктов в цепочке поставок также могут предотвратить пищевые отходы на этапе потребления[49].

Хотя сохранение продуктов питания всегда было неотъемлемой частью продовольственных систем, обусловленное заботой об экономике, безопасности пищевых продуктов и продовольственной безопасности, акцент на предотвращении пищевых отходов обеспечивает дополнительный стимул для инноваций и применения технологии консервирования пищевых продуктов. Некоторые факторы могут привести к тому, что пищевые продукты станут небезопасными и, следовательно, выброшенными впустую, например, естественные токсины в самой пище, микроорганизмы, загрязненная вода и остатки пестицидов, а также плохие и антисанитарные условия обращения и хранения, а также отсутствие надлежащего контроля температуры. [50].

Рассмотрим ключевые технологии и инновации в области термического, биологического и биохимического сохранения пищевых продуктов в цепочке поставок продуктов питания, которые могут помочь предотвратить пищевые отходы на этапе потребления.

### *Термосохранение (охлаждение, холодильные цепи)*

Холодильная цепь — это цепочка поставок, в которой охлаждение используется для улучшения сохранности пищевых продуктов. Для скоропортящихся продуктов оптимизированная холодовая цепь играет решающую роль в предотвращении пищевых отходов.

Нарушенные холодовые цепи являются причиной большей части пищевых отходов в мире. Особенно в развивающихся странах холодовые цепи практически отсутствуют или нарушены на длинных участках цепочки поставок, что приводит к значительным продовольственным и экономическим потерям на всем ее протяжении. В Китае, например, 85% скоропортящихся продуктов питания перевозится в грузовиках без охлаждения.

Эти проблемы применимы также к заключительным этапам распределения и потребления продуктов питания, где исследования показывают, что значительная экономия пищевых отходов может быть достигнута с помощью простых и недорогих технологий и методов.

Исследования транспортировки потребителями скоропортящихся продуктов питания (*рис.12*) от розничной торговли до дома показывают, что фактическая температура часто значительно превышает уровни, рекомендованные для поддержания качества и безопасности пищевых продуктов.



Рисунок 12 - Транспортировка скоропортящихся продуктов питания

Температура мяса или йогурта при транспортировке может подняться выше  $6^{\circ}\text{C}$ . Время транспортировки также может быть продолжительным.

На этом фоне простой рекомендуемой мерой, позволяющей избежать порчи пищевых продуктов из-за потребительского транспорта, является защита скоропортящихся пищевых продуктов с использованием изолированных пакетов или контейнеров, когда температура окружающей среды теплая или задержка между розничной торговлей и хранением значительна [51].

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций (ФАО), около 14 процентов продуктов питания портится еще до того, как попадает в розничную торговлю.

Расширение холодовых цепей сокращает потери продуктов питания, сохраняя их свежими после сбора урожая и в пути. Но если мы не будем осторожны, это повлечет за собой негативные последствия. Это связано с тем, что во многих современных системах холодной цепи используются хладагенты с высоким потенциалом глобального потепления и электроэнергия, получаемая из природного топлива.

Для устойчивого расширения мы должны опираться на международные процессы, такие как Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу. Кигалийская поправка дает возможность модернизировать холодильное оборудование, сделав его более энергоэффективным.

Продукты питания обычно некоторое время хранятся дома, прежде чем они будут употреблены, и здесь контроль температуры также особенно важен. Влияние отклонений температуры на срок годности продукта может быть значительным.

Исследование, проведенное в Великобритании, показало, что поддержание температуры в холодильниках  $4^{\circ}\text{C}$  (вместо предполагаемых  $7^{\circ}\text{C}$ ) позволит сэкономить примерно 71 000 тонн продуктов питания ежегодно. Для сравнения, общее количество бытовых пищевых отходов в Великобритании оценивается в 4,5 миллиона тонн в 2018 году [52].

Современные холодильники с усовершенствованным контролем температуры и влажности, включая специальные отделения для продуктов с разными оптимальными условиями хранения могут продлить срок годности пищевых продуктов (в том числе за пределами срока годности) на этапе

потребления в цепочках поставок, тем самым сокращая пищевые отходы. Примером может служить технология BioFresh производителя бытовой техники Liebherr. Бытовая вакуумная система хранения Vacuvita увеличивает срок хранения, защищая продукты от кислорода и влаги, и включает в себя приложение, которое помогает получить обзор хранящихся продуктов и оставшегося срока их годности.

### ***Холодильные цепи в развивающихся регионах***

В странах с низким и средним уровнем дохода многие потребители не имеют доступа к холодильнику, что делает контроль температуры как меру против пищевых отходов очень сложной задачей.

Основными причинами отсутствия холодильника являются высокие капитальные затраты и перебои в подаче электроэнергии.

Автономные технологии маломасштабного охлаждения были разработаны для компенсации отсутствия или ненадежности электроснабжения[53].

К ним относятся холодильники с механическим сжатием, питаемые от мини- или микросетей (недорогие компоненты переменного тока) или от солнечных фотоэлектрических модулей (высокие мощности), компоненты постоянного тока средней стоимости), холодильники, на традиционных видах топлива. использующие сжиженный нефтяной газ или керосиновую горелку, термоэлектрические охладители, солнечное охлаждение с паровым сжатием и сорбционные холодильники, работающие на солнечной тепловой энергии (рис.13)



Рисунок 13- Холодильник, работающий на солнечной тепловой энергии

Последний тип, работающий от солнечного тепла, считается осуществимым и экономически эффективным автономным решением, где солнечное излучение широко доступно.

Также были внедрены общественные холодильники, использующие автономные технологии, которые могут снизить затраты на одно домохозяйство. В целом, технологии автономного охлаждения могут снизить

порчу охлажденных продуктов питания из-за отключения электроэнергии в основной сети, что является обычным явлением в развивающихся странах.

Технологии холодной цепи, расположенные на более высоких уровнях цепочки поставок и адаптированные к местным условиям, также показывают многообещающие результаты.

Например, в Уганде, для продления срока хранения свежих продуктов во время их распределения, компания Fruiti-Cycle разработала электрический трехколесный велосипед с холодильным отделением (рис.14), в котором используется система испарительного охлаждения, работающая на солнечной энергии,



Рисунок 14 -Электрический трехколесный велосипед с холодильным отделением компании Fruiti-Cycle

Устройство хранения является съемным и может использоваться продавцами на местном рынке для хранения продукции до пяти дней.

Развитие холодных цепей в развивающихся странах в контексте борьбы с изменением климата требует улучшения доступа к надежным возобновляемым источникам энергии, таким как энергия ветра и солнца.

#### ***Биологическая и биохимическая консервация***

Пищевая промышленность применяет широкий спектр технологий биологической и химической консервации, чтобы сохранить пищевые продукты привлекательными, свежими и безопасными.

Упаковка защищает продукты питания от внешних факторов, таких как температура, свет и влажность, которые могут привести к их порче, а также от других воздействий окружающей среды, таких как запахи, микроорганизмы и пыль.

Таким образом, разработка и распространение новых инновационных технологий упаковки имеют важное значение для предотвращения пищевых отходов.

Упаковка с модифицированной атмосферой, в которой CO<sub>2</sub> используется в качестве микробного агента, а CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> в качестве антиоксидантов, является хорошо зарекомендовавшей себя технологией, которая получает широкое распространение.

В Уганде для улучшения хранения зерна были внедрены герметичные двухслойные мешки с модифицированной атмосферой, состоящие из

газонепроницаемого внутреннего мешка, помещенного в более прочный полипропиленовый мешок открытого переплетения для защиты от физических повреждений. После наполнения их плотно закрывают верёвкой. Поскольку мешки герметично закрываются, через несколько недель после наполнения зерном создается модифицированная атмосфера, убивающая любых вредителей.

Эта технология позволила продлить срок хранения зерна до 2-3 сезонов или 1,5 года. Мешки имеют вместимость 50 или 100 кг, и на рынке доступны как минимум две марки.

В ответ на растущий потребительский спрос на меньшее количество искусственных ингредиентов компании ищут более натуральные способы сохранить продукты свежими и безопасными.

В пищевой промышленности появилась инновация в технологии биозащиты с использованием ферментации, которая напрямую связана с предотвращением пищевых отходов.

Биозащита означает использование естественных микробных пищевых культур в процесс ферментации.

Улучшенная ферментация с использованием лучших пищевых культур способствует подавлению нежелательных загрязнений, помогая задержать порчу и естественным образом повысить безопасность пищевых продуктов.

Разработанная культура, может помочь защитить молочные продукты, такие как йогурт, от порчи, вызванной естественными дрожжами и плесенью, тем самым увеличивая срок хранения и сокращая отходы на этапах потребления, розничной торговли и производства [54].

Поскольку этот метод также работает в неоптимальных условиях холодной цепи, он также подходит для молочной промышленности в странах с низким и средним уровнем дохода.

### ***Активная упаковка***

Недавней технологической инновацией в консервировании пищевых продуктов является активная упаковка (АР).

АР — это «система, которая взаимодействует между пищевыми продуктами и упаковкой либо путем прямого контакта, либо путем миграции соединений в свободное пространство»

АР продлевает срок годности и свежесть пищевых продуктов за счет регулирования аспектов, ответственных за деградацию пищевых продуктов, таких как физиологические (например, дыхание свежих фруктов), химические (например, окисление липидов), физические (например, обезвоживание) и микробиологические процессы. Технологии АР были применены к таким продуктам питания, как фрукты, овощи, рыба, мясо и хлебобулочные изделия.

Особое значение при АР имеют материалы, выделяющие активные вещества для сохранения пищевых продуктов, причем они часто включают использование пленок из полимерных материалов в качестве носителей различных активных соединений [55].

Опасения по поводу использования синтетических добавок в пищевых продуктах стимулировали использование натуральных продуктов при АР, особенно эфирных масел, полученных из растительного сырья, а также различных натуральных экстрактов.

Технологии АР в основном актуальны для более обеспеченных потребительских сегментов в странах с низким и средним уровнем дохода, которые с большей вероятностью будут покупать упакованные или обработанные пищевые продукты в «промышленных» цепочках поставок.

Однако, поскольку размер этого сегмента быстро увеличивается, технологии АР, тем не менее, должны привлечь внимание участников продовольственных систем и политиков в этих странах.

Технология Areel представляет собой покрытие, наносимое на кожуру фруктов и овощей, таких как апельсины и авокадо, для продления их свежести и долговечности. Areel изготавливается из отходов мякоти, кожуры и семян овощей и фруктов и «образует покрытие на кожуре фруктов или овощей, которое замедляет процесс созревания, позволяя меньшему количеству воды испаряться изнутри и меньшему количеству кислорода проникать снаружи».

По данным производителя, срок годности свежей продукции, обработанной Areel, как минимум вдвое превышает срок хранения необработанной продукции [56].

## 11 УМНЫЕ УПАКОВКА, МАРКИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

### *Умная упаковка*

Умная или интеллектуальная упаковка (IP) — это системы, которые могут постоянно отслеживать состояние качества продукта, предоставляя информацию о событиях внутри или за пределами упаковочной среды и обмениваясь этой информацией с участниками цепочки поставок, включая розничных продавцов и потребителей.

IP-технологии включают индикаторы (например, температуру, время, газ, pH, цвет), датчики (датчики газа, обнаруживающие изменения в CO<sub>2</sub> или H<sub>2</sub>S из-за биологических реакций внутри упаковки, или биосенсоры, обнаруживающие, например, патогены), и носители данных (например, штрих-код и QR-код), кодовые этикетки и метки радиочастотной идентификации) для мониторинга, отслеживания и информирования о качестве пищевых продуктов [57].

Таким образом, хотя интеллектуальная упаковка не предназначена для продления срока годности пищевых продуктов, она может избежать ненужных пищевых отходов, предоставляя потребителю и дистрибьютору более точную и объективную информацию о фактическом состоянии качества пищевых продуктов, чем полагаться только на стандартные сроки годности или субъективные оценки внешнего вида продукта.

IP-системы еще не получили широкого распространения на рынке из-за их стоимости, а также из-за недостаточной осведомленности производителей и розничных продавцов об их преимуществах.

Необходимо укрепить доверие потребителей к безопасности IP-систем. Учитывая такие проблемы, по крайней мере, в течение некоторого времени их вклад в предотвращение пищевых отходов, вероятно, будет ограничиваться ценными свежими продуктами, такими как мясо, рыба и готовые к употреблению полуфабрикаты (например, салаты) в странах с высоким и средним уровнем доходов.

### *Умная маркировка*

Умная маркировка может сократить потери пищевых продуктов на этапе потребления или недалеко от него, предоставляя розничным продавцам, компаниям общественного питания и потребителям легкий доступ к расширенной информации о качестве пищевых продуктов, обращении и использовании включая срок годности, инструкции по хранению, свежесть, рецепты, аллергены и информацию о происхождении и устойчивости – путем сканирования этикетки с помощью смартфона.

Штрих-код со встроенными данными (DEB или 2D) — это новый тип штрих-кода, который можно использовать для передачи такой информации и который сегодня активно заменяет обычный 1D-штрих-код. Информация, хранящаяся в DEB, может использоваться для сокращения пищевых отходов в розничной торговле и сфере общественного питания, отчасти за счет умной ротации запасов в магазине, обеспечения продажи товаров с самым коротким

сроком годности в первую очередь, более разумного управления снижением цен для эффективной продажи продуктов с истекающим сроком годности, предотвращения продажи устаревших продуктов на кассе и более разумного прогнозирования спроса для стимулирования продаж[58].

На рисунке 15 изображен Транспондер радиочастотной идентификации (RFID), который может быть встроен в интеллектуальную этикетку.

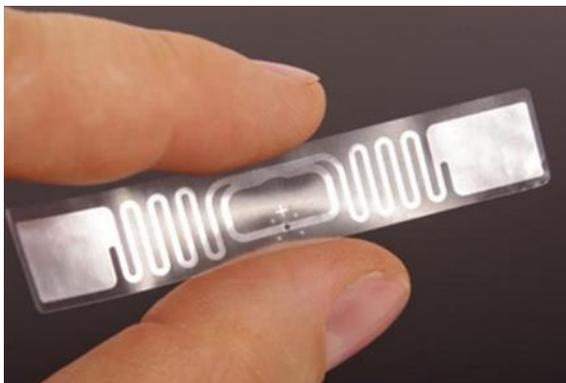


Рисунок 15 - Транспондер радиочастотной идентификации (RFID)

Согласно [59], «система RFID состоит из крошечного радиопередатчика, радиоприемника и передатчика. При срабатывании электромагнитного импульса от ближайшего RFID-считывателя метка передает цифровые данные, обычно идентификационный инвентарный номер, обратно считывателю. Этот номер можно использовать для отслеживания товаров на складе».

Можно создать активные связи между интеллектуальной упаковкой и этикетками продукции, благодаря чему свежесть продуктов контролируется в режиме реального времени и передается потребителю через этикетку по аналоговому каналу (с использованием, например, цветового кода) или в цифровом виде в приложение для смартфона через подключенные датчики, которую можно будет прочесть как в магазине, так и находясь дома.

Примером инноваций, возникающих благодаря технологиям этого типа являются датчики газа на упаковочных этикетках в Швеции, указывающие свежесть мяса (рис.16)



Рисунок 16 - Датчики газа на упаковочных этикетках мяса

Технология динамической маркировки срока годности измеряет содержание газов (летучих органических соединений) внутри упакованного датчиками на этикетке, которые могут подключаться через RFID-/NFC-сигнал к смартфону потребителя [60].

Еще одним применением технологии интеллектуальной маркировки является динамическое ценообразование, при котором цифровые ценники, размещаемые на полках розничных продавцов, позволяют автоматически снижать цены на свежие продукты в зависимости от того, насколько близок срок их годности, тем самым стимулируя покупателей покупать продукты с истекающим сроком годности.

Примером может служить динамическое ценообразование с поддержкой искусственного интеллекта. Движок, разработанный компанией Wasteless, целью которого является помочь супермаркетам и продуктовым интернет-магазинам управлять запасами скоропортящихся продуктов, одновременно сокращая пищевые отходы [61].

Технологии интеллектуального мониторинга и маркировки также были разработаны в связи с проблемой нарушенных холодовых цепей.

Например, в Великобритании компания Timestrip разработала этикетки с индикатором температуры, которые можно размещать на упаковке или внутри упаковки (например, содержащей свежие фрукты или морепродукты), которые показывают продолжительность времени, в течение которого продукт находился выше заранее определенного порога температуры во время транспортировки и хранения. Это позволяет отслеживать нарушения температуры, помогая обеспечить эффективное управление холодной цепью в цепочках поставок [62], в конечном итоге сокращая пищевые отходы и повышая безопасность пищевых продуктов.

Еще одной недавней инновацией является индикатор температуры встроенный в этикетку упаковки пищевых продуктов(рис.17).



Рисунок 17 – Электронный индикатор на этикетке

Электронный индикатор, позволяет загружать электронную запись о нарушениях температуры через приложение для смартфона.

Исследования интеллектуального распределения, включающего в себя передовые технологии упаковки, мониторинга и маркировки показывают значительный эффект сокращения пищевых отходов.

### *Умное хранение и утилизация (интернет вещей)*

Цифровые инструменты, использующие технологии Интернета вещей (IoT) (датчики, Wi-Fi и т. д.) для улучшения хранения и утилизации продуктов питания за счет расширенного предоставления информации, появляются в форме прототипов или конечных продуктов. Две такие технологии — «умный холодильник» и «умная корзина».

#### *Умный холодильник*

Автономные камеры можно установить в обычные холодильники и запрограммировать на отправку изображений на смартфон через подключение к Интернету. Это позволяет потребителю знать, что хранится в холодильнике, даже находясь вдали от дома, что позволяет лучше планировать покупки продуктов. Приложение также можно использовать для отслеживания сроков годности и создания списка покупок, чтобы избежать пищевых отходов.

Использование технологии распознавания объектов в сочетании с камерами холодильника позволяет автоматически вести инвентаризацию содержимого холодильника, которую можно использовать для рекомендации рецептов на основе имеющихся продуктов, предупреждения пользователя о том, что продукты заканчиваются и планирования покупок.

Тем не менее, эта технология все еще нуждается в значительных усовершенствованиях для достижения широкого распространения.

Умный холодильник объединяет камеры и подключение к Интернету в своем оригинальном дизайне и, как правило, также имеет экран на передней панели, отображающий содержимое холодильника (рис.18).



Рисунок 18 - Умное приложение для холодильника и смартфона.

Умный холодильник с подключением к Wi-Fi, позволит пользователю заказывать продукты через экран на дверце холодильника, отслеживать сроки годности продуктов, помещенных в холодильник, просматривать содержимое холодильника как через закрытую дверцу холодильника, так и удаленно с помощью прилагаемого приложения для смартфона, а также использовать экран в развлекательных целях для просмотра фото и видеоконтента.

По сравнению с обычным холодильником умный холодильник имеет экологические преимущества с точки зрения снижения глобального потепления, если по крайней мере с помощью него отслеживается 30% сроков годности продуктов, помещенных в холодильник.

Хотя умный холодильник позволяет сэкономить выбросы парниковых газов за счет меньшего количества пищевых отходов, меньшего количества транспорта для покупок за продуктами и меньшего количества открываний дверей, его подключение к Интернету и приложение приводит к более высокому потреблению энергии.

Для улучшения умных холодильников внедряются дополнительные функции, в том числе датчики веса (позволяющие отслеживать постепенное потребление продуктов питания) и голосовые интерфейсы (позволяющие легко регистрировать информацию пользователем).

#### *Умная корзина*

Потребители постоянно недооценивают свои пищевые отходы. Здесь так называемая умная корзина и камеры для мусорных контейнеров могут сыграть свою роль, предоставляя потребителям более точную информацию о типах и количестве пищевых отходов.

Для коммерческих кухонь были разработаны умные контейнеры для сбора и анализа данных о пищевых отходах с целью сокращения отходов и экономии денег.

Контейнеры и серверная система собирают данные об отходах с помощью весов и камер. Камеры следят за отходами выбрасываемыми в мусорное ведро, а посредством распознавания изображений или объектов в сочетании с машинным обучением выброшенные продукты питания распознаются и автоматически записываются на платформу данных (и отображаются на столе или смартфоне) вместе с количеством отходов, регистрируемым весами.

Проанализированные данные могут быть использованы для сокращения пищевых отходов персоналом кухни и менеджерами. Более простые версии просто записывают количество отходов с помощью весов, подключенных к платформе данных.

## 12 МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ ПРЕДОТВРАТИТЬ ПИЩЕВЫЕ ОТХОДЫ

На поведение потребителей в отношении пищевых отходов влияют мотивация, ресурсы и возможности потребителей, а также способность контролировать и изменять поведение. Мобильные приложения были разработаны, чтобы направлять такое поведение в более устойчивом направлении, охватывая этапы планирования питания, приобретения и хранения продуктов питания.

В одном исследовании приложений для предотвращения пищевых отходов обнаружили, что у опрошенных потребителей часто отсутствовала внутренняя мотивация использовать приложения, чувствуя, что затраты (с точки зрения времени, энергии и настойчивости) перевешивают выгоды. Ключевой фактор здесь заключался в том, что опрошенные потребители не считали, что они потратили много еды. Потребители постоянно недооценивают свои пищевые отходы [63].

Также было замечено, что многие мобильные приложения, были созданы технически подкованными людьми и страдают от ограниченной функциональности, нечастых обновлений, неполной информации из неизвестных источников и неоптимального удобства использования.

Важным исключением являются приложения, созданные коммерческими фирмами, такие как приложения для супермаркетов и приложения для обмена едой, которые имеют более широкую функциональность, лучше обслуживаются и имеют гораздо больше установок. Приложения, представленные сегодня на рынке, которые могут улучшить предотвращение пищевых отходов, включают в себя приложения для напоминаний и хранения продуктов, а также приложения, которые различными способами интегрируют планирование питания, покупки, хранение и рецепты.

### ***Приложения для напоминаний и хранения продуктов***

Приложения для напоминаний и хранения продуктов используются для напоминания потребителям о сроке годности продукта и/или помогают отслеживать продукты, хранящиеся дома. Некоторые идентифицируют продукт по списку, другие — на основе сканирования пользователем штрих-кода. Примером последнего, для которого существует документация, является приложение FoodTrek, которое предупреждает потребителей о сроках окончания хранения продуктов питания в их доме(рис.19).



Рисунок 19 - Оповещение потребителей об истечении сроков годности

Приложение FoodTrek — это прототип мобильного приложения, которое предупреждает потребителей о сроках окончания употребления продуктов питания в их доме. Используя камеру смартфона, приложение позволяет пользователю сначала сканировать название продукта, затем дату истечения срока годности, а затем сохранять эту информацию в календаре телефона. Пользователь будет уведомлен за 3 дня, а затем каждый день до дня истечения срока годности. Дополнительные функции включают информацию о весе и цене, позволяющую отслеживать расходы и стоимость пищевых отходов.

В ходе 30 дневного теста с 30 участниками произошло сокращение пищевых отходов на 10% по всем пищевым продуктам, и «участники согласились, что получение напоминаний до того, как у продуктов истечет срок годности, сыграло важную роль в использовании пищевых продуктов до истечения срока годности» [64].

Большинство пользователей сочли приложение простым в использовании. Однако отдельные люди не смогли воспользоваться информацией, предоставленной приложением. В некоторых случаях предупреждения усиливают беспокойство пользователей по поводу превышения срока годности, заставляя их выбрасывать продукты раньше, чем нужно.

Аналогичным образом, разработчики программного обеспечения в Болгарии выпустили мобильное приложение под названием CozZo, которое, как и FoodTrek, стремится бороться с пищевыми отходами, позволяя потребителям управлять запасами продуктов питания и своевременно отслеживать сроки годности.

В 2018 году у приложения было не менее 15 000 пользователей в Азии, Европе и Северной Америке [65].

MyKura в Японии — еще одно приложение для напоминаний/хранения, которое, учитывая более 50 000 загрузок, широко используется [66].

Наконец, система отслеживания просроченных продуктов питания помогает пользователям группировать похожие типы продуктов в холодильнике, отслеживать сроки годности продуктов и отправлять автоматическое уведомление пользователю до истечения срока годности купленного продукта или при его недостаточном количестве. На основе этой информации он также может генерировать автоматический персонализированный список покупок. Слабым местом многих приложений для напоминаний является отсутствие баз данных о продуктах и информационных связей с производителями и розничными продавцами. Пользователю также часто приходится добавлять информацию вручную, что серьезно ограничивает удобство использования.

### ***Интегрированные потребительские приложения***

В последние годы появились интегрированные приложения для планирования питания, покупок и рецептов, которые предоставляют потребителям исчерпывающую информацию, которую они могут использовать,

чтобы уменьшить количество остатков или испорченной еды в доме, тем самым сокращая пищевые отходы.

Наиболее часто загружаемыми приложениями в этой категории являются «приложения для супермаркетов», предоставляемые крупными розничными компаниями, хотя лишь немногие из этих приложений, разработаны с учетом сокращения пищевых отходов в качестве основной цели. Многочисленные интегрированные приложения были созданы независимыми разработчиками и часто уделяют больше внимания пищевым отходам и другим аспектам устойчивого развития, чем приложения, созданные розничными торговцами.

Примеры: Evosso (Ирландия; углеродный след покупок с возможностью компенсации), AnyList (США; списки покупок, планы питания, рецепты), Magic Fridge (Франция; рецепты основанные на том, что имеется в холодильнике), Empty the Fridge (Бельгия; рецепты и советы по использованию остатков еды) и NoWaste (Дания; отслеживание хранящихся продуктов, планы питания, списки покупок). [67]

### ***Приложения для смартфонов, позволяющие делиться и перераспределять еду***

Существует множество приложений и веб-платформ для совместного использования продуктов питания, которые поддерживают многочисленные механизмы распределения продуктов питания, возникшие в последние десятилетия с целью увеличения повторного использования излишков продуктов питания в домашних хозяйствах, ресторанах, розничной торговле и т. д.

Эти механизмы можно рассматривать как продолжение деятельности продовольственных банков. Благотворительные организации, собирают продукты питания, которые в противном случае были бы выброшены в мусор у розничных продавцов, производителей, фермеров, потребителей и других источников, и бесплатно перераспределяют их среди нуждающихся.

Выделим три типа моделей распределения еды и приведем примеры приложений или платформ:

1) Совместное использование денег – это коммерческая модель «бизнес для потребителя», предназначенная для сокращения потерь и одновременного получения дохода. Эта модель в основном предотвращает пищевые отходы на уровне розничной торговли.

Одна из крупнейших — Too Good To Go (рис.20), охватывающая несколько европейских стран, где потребители могут заказывать и получать еду или блюда в ресторанах, пекарнях и т. д., которые в противном случае были бы потрачены впустую. [68]



Рисунок 20– Коммерческая модель «бизнес для потребителя» Too Good To Go

Программа Too Good To Go, объединяет потребителей с розничными торговцами и ресторанами, у которых есть излишки продуктов питания

Другим примером являются приложения, обеспечивающие доступ потребителей к «некачественным» продуктам питания, например Imperfect Foods в США. NoFoodWasted в Нидерландах предупреждает покупателей супермаркетов о товарах, срок годности которых приближается. [69]

2) В модели обмена на благотворительность или «продовольственном банке» продукты питания собираются из различных источников, включая потребителей, и передаются некоммерческим организациям для перераспределения.

Примером может служить социальное предприятие FoodCloud в Ирландии, чье приложение для розничной торговли связывает розничных продавцов, имеющих излишки продуктов питания, с местными благотворительными организациями.

В Индии благотворительная организация No Food Waste собирает излишки нетронутой еды со свадеб, вечеринок и из других источников питания, чтобы накормить голодных, тем самым предотвращая пищевые отходы со стороны потребителей, а также голод.

Физическим вариантом модели обмена на благотворительность является социальный супермаркет, где бесплатная еда, большая часть которой отправляется на вывоз, собирается у розничных продавцов и производителей и продается по сниженным ценам малообеспеченным слоям населения.

3) Совместное использование модели сообщества представляет собой модель «потребитель-потребитель» или «точка-точка», в которой продукты питания распределяются между потребителями.

Одним из популярных приложений для обмена едой является платформа обмена едой OLIO P2P, которая соединяет соседей друг с другом и с местными предприятиями, чтобы делиться излишками съедобных продуктов в местных магазинах, срок годности которой приближается к концу, запасами домашних овощей, хлеба или продуктов в холодильнике [70].

Приложение создано в Великобритании и в настоящее время используется в более чем 60 странах.

## 13 ПРОМЫШЛЕННОЕ КОМПОСТИРОВАНИЕ

На свалке, где не хватает кислорода, органические вещества разлагаются в течение 50 лет, выделяя метан, один из самых опасных парниковых газов.

Отделение пищевых отходов от общего мусора не только сокращает объемы свалок, но и решает другую важную проблему: другие фракции отходов остаются чистыми и сухими, что облегчает их сортировку и переработку во вторичное сырье.

Почти половина наших отходов состоит из органики, что заставляет задуматься о компостировании для уменьшения воздействия на окружающую среду. Превращение органических отходов в полезный компост не только решает проблему отходов, но и служит удобрением для почвы (см. Рисунок 21).



Рисунок 21 – Сырье для компостирования

Компостирование отходов - это биологический метод переработки сырых органических отходов с помощью аэробных микроорганизмов. Компост, получаемый в результате этого процесса, не имеет запаха и визуально напоминает обычную почву [71]. Концепция компостирования основана на создании богатой питательными веществами среды для микроорганизмов с целью ускорения естественного разложения органических отходов.

Широко известно, что в глубоких слоях отходов размножаются и процветают различные аэробные бактерии. Эти бактерии участвуют в процессе ферментации, в ходе которого выделяется тепловая энергия. В результате отходы нагреваются до температуры 50-70 градусов Цельсия.

Компостирование - это экзотермический процесс, характеризующийся биологическим окислением. Повышение температуры играет важную роль, так

как уничтожает вредные и патогенные микробы. Кроме того, экзотермический процесс способствует уничтожению личинок гельминтов и мух.

Твердые бытовые отходы относительно быстро разлагаются, выделяя углекислый газ и воду. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не образуется компост, напоминающий перегной. В процессе разложения происходит превращение сложных соединений в более простые.

Компостирование бытовых отходов должно отвечать следующим требованиям:

- не наносить вред окружающей среде.
- предотвращение попадания в компостный контейнер вредителей и насекомых (изоляция).
- обеспечение теплоизоляции в кратчайшие сроки.
- отсутствие посторонних запахов.

Все органические отходы, участвующие в компостировании, можно разделить на две группы по содержанию азота и углерода. Чтобы добиться оптимального состава отходов, специалисты комбинируют материалы из разных групп.

*Азотистые отходы:* В эту категорию входят такие материалы, как зеленая трава и отходы овощей, также называемые зелеными отходами. Чтобы оптимизировать состав сырья для успешного компостирования растительных отходов, рекомендуется смешивать их с коричневыми отходами, которые, как правило, имеют более низкое содержание азота.

*Углеродистые отходы:* Углеродистые отходы, также известные как бурые отходы, характеризуются высоким содержанием углерода. В эту группу входят грубые растительные материалы, такие как сухие листья, стебли кукурузы, солома, ветки и опилки.

Компостирование с червями или вермикомпостирование (вермиферма):

Вермикомпостер состоит из нескольких контейнеров (см. рис. 22). Черви процветают в темноте и требуют минимального ухода; они самодостаточны и не требуют особого ухода, главное - следить за уровнем влажности и избегать перекармливания. Чтобы внести органические отходы для потребления, необходимо сначала создать субстрат для червей, а затем добавить в него пищевые отходы.

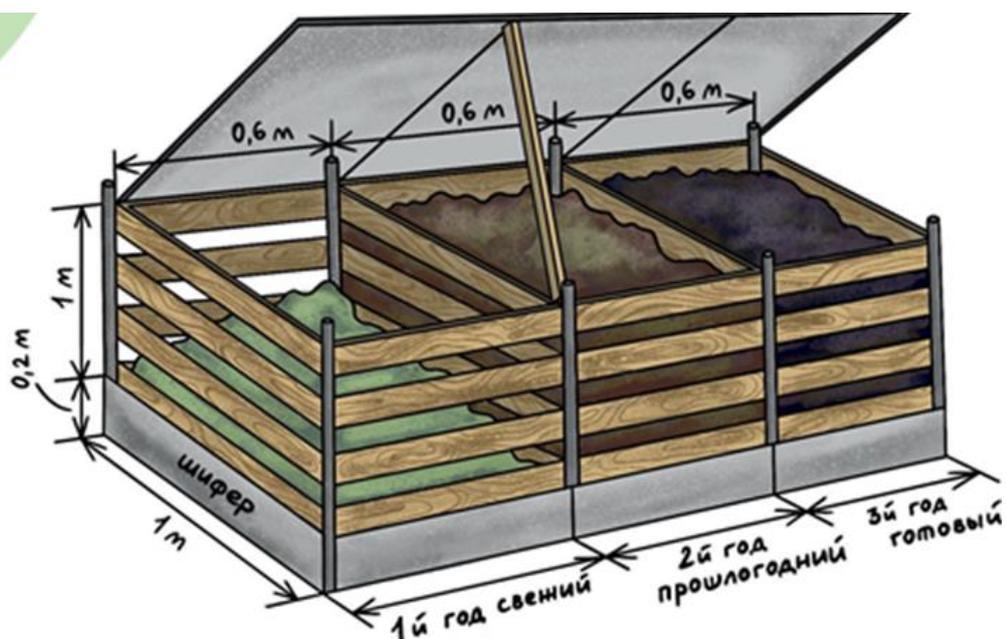


Рисунок 22 - Вермикомпостер (вермиферма)

Не стоит бояться, что черви перенаселятся, ведь они могут сами регулировать свою численность. Однако из-за неправильных климатических условий в контейнерах в компосте могут появиться плесень, клещи, спрингтейлы и плодовые мухи. Тем не менее, черви производят высококачественный компост, чрезвычайно полезный для растений, а неприятные запахи, связанные с этим методом компостирования, отсутствуют. При правильном управлении такая ферма становится самым простым, эффективным и дешевым способом утилизации органических отходов.

Существуют также электрические компостеры для домашнего использования. Эти компостеры подключаются к розетке и перерабатывают любые органические отходы. Контейнер герметичен, что предотвращает появление неприятных запахов на кухне, и перерабатывает отходы примерно за полторы недели. По сути, это еще один прибор, подобный микроволновой печи или тостеру. Однако использование такого контейнера может быть проблематичным из-за его дороговизны.

#### **Промышленное компостирование в климатической камере.**

Мембранная система компостирования GORE® Cover (см. рис. 23) позволяет перерабатывать широкий спектр отходов, включая пищевые отходы, осадки сточных вод, различные растительные и животные отходы, отходы скотобоен и органические фракции твердых бытовых отходов.

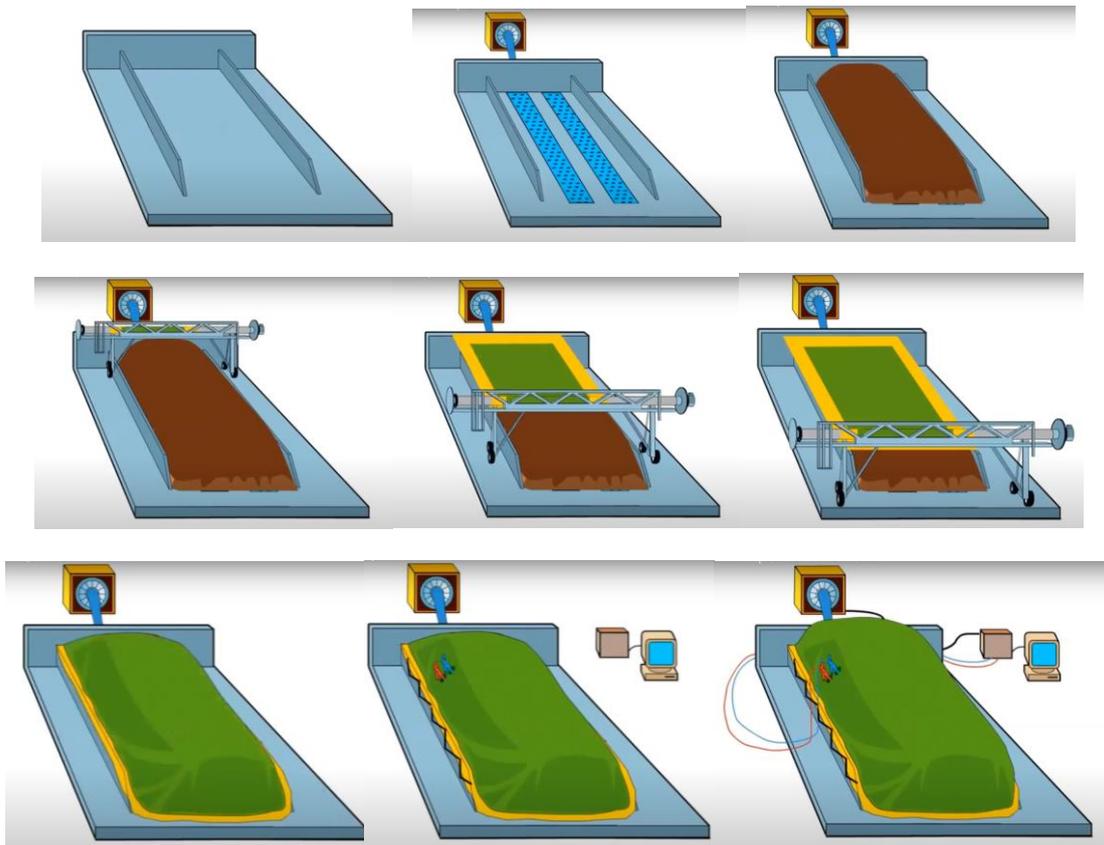


Рисунок 23 - Система мембранного компостирования GORE® Cover

Система GORE® Cover - это мембранная технология компостирования органических отходов с вентиляцией под низким давлением и контролем содержания кислорода. Это одна из самых успешных систем компостирования во всем мире, используемая более чем в 20 странах с различным климатом [73].

Основным компонентом системы является ламинированная трехслойная мембрана GORE® Cover. Она состоит из специально разработанной микропористой мембраны GORE на основе политетрафторэтилена (PTFE), ламинированной между слоями, устойчивыми к износу и УФ-излучению.

На начальном этапе процесса компостирования субстрат помещается в нору и накрывается ламинированной трехслойной мембраной GORE® Cover. Крышка крепится к боковой стенке, а датчики температуры и кислорода встраиваются в основание норы. Многослойная крышка защищает процесс компостирования от внешних воздействий, таких как ветер и дождь.

Принцип работы мембраны GORE® Cover показан на рисунке 24. Атмосферный воздух поступает в компостную массу через аэрационные каналы.

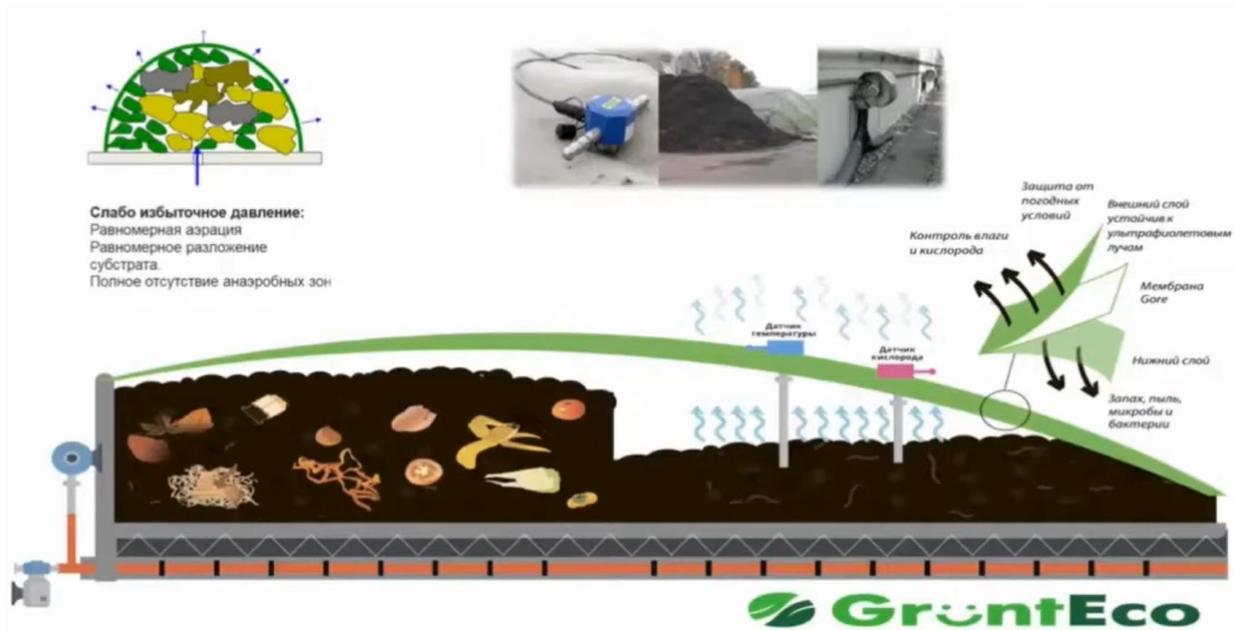


Рисунок 24 - Принцип действия мембраны GORE® Covers (Германия)

Поскольку буртовое покрытие закреплено на боковой стене и воздух может медленно выходить наружу через покрытие, в теле бурта образуется избыточное давление и воздух распределяется равномерно по всему внутреннему объёму, что помимо прочих эффектов приводит к гомогенному распределению температуры.

Конструкция ламинированного трехслойного буртового покрытия (рис 25) Gore® Cover состоит из 3 слоев:



Рисунок 25 – Ламинированное трехслойное буртовое покрытие

Внешний слой служит защитным барьером от внешних механических и природных воздействий. Этот слой обладает высокой устойчивостью к истиранию и обеспечивает дополнительную защиту от УФ-излучения.

Следующий слой - полупроницаемая мембрана, которая препятствует проникновению веществ, вызывающих запах, и бактерий, усиливая барьерные свойства ламинированного покрытия GORE® Cover.

Непосредственно под мембраной находится еще один защитный слой, предохраняющий мембрану от механических повреждений, вызываемых компостируемым материалом, что продлевает срок службы покрытия.

*Типичный процесс компостирования длится восемь недель и делится на три этапа:*

Исходный материал покрывается ламинированной трехслойной мембраной GORE® Cover и подвергается интенсивному разложению в течение четырех недель на первой фазе.

Затем мембрана снимается, и компостируемый материал переносится фронтальным погрузчиком на платформу следующей норы для второй фазы компостирования. Затем его снова накрывают мембраной для биологического разложения в течение следующих двух недель в фазе II.

Чтобы компостный материал соответствовал самым высоким стандартам, он проходит заключительный двухнедельный процесс созревания. Эта фаза III может проходить без участия ламинированного трехслойного покрытия GORE® Cover. Здесь материал с фазы II помещается на новую платформу-нору, где контролируется только температура.

По готовности компостируемый материал можно просеять на различные фракции и продать клиенту.

Благодаря пористой структуре мембраны GORE® Cover обладает полупроницаемыми свойствами, что позволяет поддерживать постоянный климат внутри норы:

Благодаря своим влаго-, солнцезащитным и ветрозащитным свойствам она защищает внутреннее содержимое норы от влаги, ветра и непогоды, предотвращая тем самым нежелательные процессы гниения.

Его воздухопроницаемость и паропроницаемость регулируют выделение влаги и позволяют выделять газы, не пересушивая компостируемый материал.

Хорошая вентиляция внутри капсулы создает воздухоизолирующий слой, обеспечивающий равномерное распределение температуры по всему основанию норы и равномерную дезинфекцию. При достижении гигиенической температуры (до +85°C) все вирусы и бактерии уничтожаются.

Одновременно крышка действует как барьер, предотвращая выделение неприятных запахов.

## 14 ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИЗ ОТХОДОВ И УТИЛИЗАЦИЯ ГАЗА

Наиболее распространенными технологиями получения энергии из пищевых отходов являются анаэробное сбраживание (биомеханический процесс) и сжигание (термический процесс).

Анаэробное сбраживание пищевых отходов является привлекательной альтернативой компостированию, поскольку дает возобновляемую энергию, и органические удобрения.

В некоторых странах развиты крупномасштабные биогазовые установки по переработке пищевых отходов и других видов органических отходов промышленности.

В Осло, например, газ, производимый на городской биогазовой установке, используется в качестве транспортного топлива в городских автобусах, а дигестат подается на близлежащие фермы.

Термическое преобразование отходов в энергию (WtE), или сжигание с рекуперацией энергии, является еще одним способом получения энергии из пищевых отходов.

Термические установки используются для переработки твердых бытовых отходов (ТБО), которые часто включают несортированные пищевые отходы. В среднем таким способом обрабатывается 15,2% мировых ТБО, а 59,8% отправляется на свалку или в другие формы захоронения [74].

Органические отходы составляют 53-56% ТБО. Однако эта фракция отходов имеет низкую теплотворную способность и потому генерирует относительно мало энергии. Поэтому для своего функционирования тепловые установки должны зависеть от высококалорийных фракций отходов, таких как пластмассы.

Еще одним недостатком сжигания ТБО, содержащим в том числе пищевые отходы, является невозможность восстановления питательных веществ, так как они смешиваются в золе с токсичными веществами, полученными из других фракций.

Кроме того, на тепловых электростанциях происходят значительные выбросы дымовых газов, которые требуют дальнейшей очистки перед выбросом в атмосферу.

В Гане, компания Safisana собирает как фекальные, так и органические отходы из городских районов, общественных туалетов, продовольственных рынков и магазинов перерабатывающей промышленности и транспортирует его на завод по переработке [75].

Здесь он перерабатывается в биогаз путем анаэробного сбраживания для производства электроэнергии.

Один завод по переработке отходов может производить 600 мегаватт-часов возобновляемой энергии и 91 тонну органических удобрений.

### *Утилизация газа на техническом полигоне*

Неуправляемые свалки представляют собой огромную экологическую проблему. По оценкам Всемирного банка, ежегодно во всем мире образуется

около 2 миллиардов тонн твердых бытовых отходов, включая органические отходы, по крайней мере одна треть из которых попадает на экологически вредные и небезопасные свалки.

Свалочный газ является естественным побочным продуктом разложения органических материалов на свалках и состоит примерно на 50% из метана (основной компонент природного газа), на 50% из углекислого газа и небольшого количества неметановых органических соединений.

Поскольку метан является мощным парниковым газом, который в десятки раз сильнее нагревает атмосферу, чем углекислый газ, остающийся неочищенным свалочный газ представляет собой огромную проблему, которую необходимо решить для смягчения последствий изменения климата.

Утилизация свалочного газа — это процесс сбора, переработки и очистки метана или другого газа, выделяющегося при разложении мусорных отходов, для производства электроэнергии, тепла, топлива и различных химических соединений. Вместо того, чтобы выбрасываться в воздух, газ со свалок можно улавливать, перерабатывать и использовать в качестве возобновляемого источника энергии.

На приведенном рисунке 26 показан сбор и переработка свалочного газа для производства метана для различных целей.

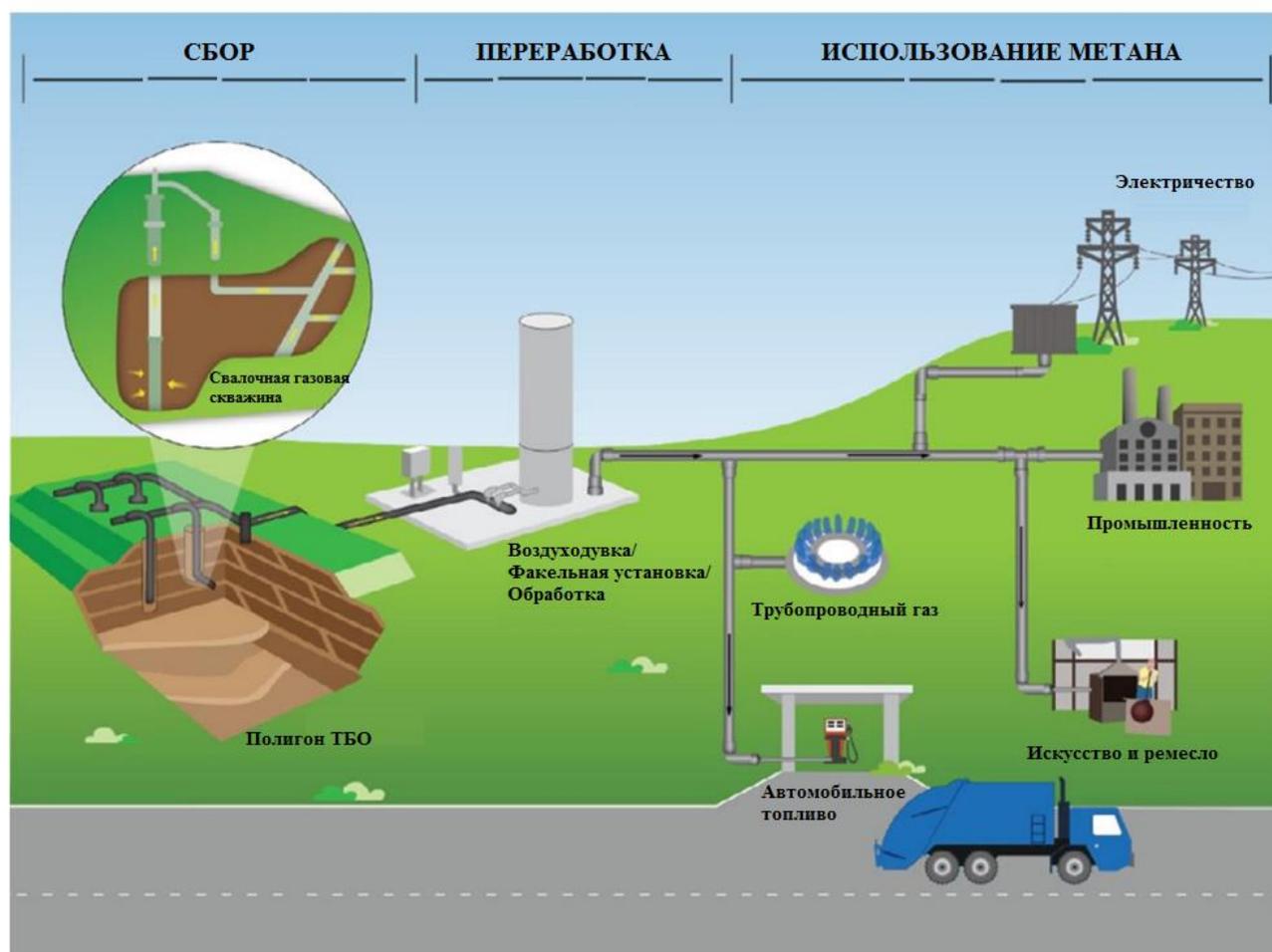


Рисунок 26- Утилизация газа на техническом полигоне

Сначала свалочный газ собирается через вертикальные и горизонтальные трубопроводы, закопанные на свалке ТБО. Затем свалочный газ обрабатывается для использования. На рисунке показано потенциальное использование свалочного газа, включая промышленное использование, декоративно-прикладное искусство, трубопроводный газ и автомобильное топливо.

Для добычи свалочного газа необходимо построить ряд скважин и систему воздухоудвки/факельной обработки, которая направляет собранный газ в центральную точку, где он может быть обработан и очищен в зависимости от его конечного использования.

Системы утилизации свалочного газа могут быть внедрены как в рамках создания новых свалок, так и на существующих свалках.

При установке утилизации свалочного газа на существующих площадках часть существующей свалки закрывается и покрывается мелкодисперсным материалом для создания так называемой «ячейки» свалки масса отходов.

Обычно в массу отходов бурят вертикальные скважины, а устья скважин подключают к боковым трубопроводам, которые транспортируют газ в сборный коллектор с помощью воздухоудвки или вакуумной индукционной системы.

Уловленный газ может быть преобразован в энергию с помощью платформы по переработке энергии из отходов и производить либо электричество, либо газ среднего размера в БТЕ для немедленного использования, либо возобновляемый природный газ.

Свалка Винча в Белграде, Сербия, до недавнего времени являлась крупнейшей неуправляемой открытой свалкой в Европе, ежедневно поглощающей 1500 тонн бытовых отходов и 3000 тонн строительных отходов

Сегодня полигон преобразован в новый мусорный завод, оснащенный экологически чистыми технологиями (*рис. 27*), что стало возможным благодаря государственно-частному партнерству между Францией, Японией и Люксембургом с городом Белград при поддержке Международной финансовой корпорации (IFC), Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) и Банка развития Австрии (ОеЕВ).



Рисунок 27 - Модернизация свалки Винча в Белграде в рамках государственно-частного партнерства

В рамках проекта также будет построена новая санитарная свалка, завод по переработке отходов в энергию и установка по переработке строительного мусора. Он будет продавать электроэнергию и тепло, вырабатываемые из отходов, в качестве заменителя ископаемого топлива, тем самым сокращая выбросы парниковых газов. [76]

## 15 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Финансовая эффективность является ключевым фактором, побуждающим предприятия и правительства предпринимать шаги по сокращению пищевых отходов. Инвестиции в меры по сокращению пищевых отходов должны быть подкреплены обоснованием их рентабельности для частных компаний, муниципальных образований и государств в целом.

Многочисленные исследования подтверждают, что финансовая выгода от внедрения мер по сокращению пищевых отходов существенно превышает связанные с ними затраты. Например, глобальное исследование, охватившее около 1200 предприятий в 17 странах, показало, что 99% компаний достигли положительной рентабельности инвестиций в такие меры. Среднее соотношение выгод и затрат составило 14:1, при этом половина бизнес-проектов добилась более чем 14-кратной финансовой рентабельности инвестиций.

Некоторые подходы к сокращению пищевых отходов, такие как поведенческие вмешательства (например, подталкивание к более сознательному потреблению), оказались особенно экономически эффективными. Эти методы обычно требуют минимальных инвестиций, при этом обеспечивая значительную отдачу.

Однако важно отметить, что данные о соотношении выгод и затрат по мерам сокращения пищевых отходов могут быть ограничены. Существует вероятность предвзятости в сторону публикации исследований, демонстрирующих положительные результаты, что может приводить к чрезмерно оптимистичным оценкам чистой прибыли и преимуществ таких мер.

Помимо прямой финансовой экономии, меры по сокращению пищевых отходов также приносят ряд косвенных экономических преимуществ, в том числе:

- снижение выбросов парниковых газов: Пищевые отходы составляют значительную часть выбросов парниковых газов, и их сокращение может внести вклад в смягчение последствий изменения климата.

- повышение продовольственной безопасности: Сокращение пищевых отходов делает больше продуктов питания доступными для людей, испытывающих нехватку продовольствия.

- сохранение природных ресурсов: Производство продуктов питания требует значительных ресурсов, таких как вода, энергия и земля. Сокращение пищевых отходов способствует сохранению этих ресурсов.

- сокращение загрязнения окружающей среды: Пищевые отходы на свалках могут выделять вредные газы и загрязнять водоемы. Уменьшение пищевых отходов помогает защитить окружающую среду.

- поддержка устойчивого сельского хозяйства: Сокращение пищевых отходов может способствовать более устойчивым практикам в пищевой

отрасли, поскольку снижает перепроизводство и потребность в интенсивном использовании ресурсов.

Учитывая финансовую эффективность и многочисленные экономические преимущества, меры по сокращению пищевых отходов являются экономически обоснованным приоритетом для предприятий, правительств и общества в целом. Инвестиции в такие меры не только обеспечивают финансовую отдачу, но и способствуют общей устойчивости и благополучию.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на рост активности и осведомленности в последние десятилетия, пищевые отходы остаются большой проблемой с глубокими экологическими, социальными и экономическими последствиями.

Пищевые отходы потребителей играют большую роль в общих потерях и порче продовольствия в цепочке создания стоимости продуктов питания. Города как в развитых, так и в развивающихся странах становятся горячими точками потребительских пищевых отходов из-за быстрой урбанизации и роста экономической активности. Это приводит к растущему давлению на окружающую среду и требует срочных действий со стороны ключевых игроков и заинтересованных сторон, включая правительства, отрасли, потребителей и гражданское общество.

Существует большой пробел в данных и оценке потребительских пищевых отходов с точки зрения их количества, качества и источников, а также связанных с ними затрат, социальных и экологических последствий, а также будущих прогнозов типов и объемов отходов. Данных на уровне города еще меньше. Большая часть данных о потребительских пищевых отходах основана на приблизительных оценках, которые не точны и не сопоставимы. Это требует дополнительных усилий по систематическому измерению и оценке потребительских пищевых отходов.

Отчет об индексе пищевых отходов, выпущенный ЮНЕП в 2021 году, предоставляет общую методологию измерения пищевых отходов и отслеживания прогресса в достижении ЦУР 12.3. Ожидается также, что появление Стандарта учета и отчетности о пищевых отходах FLW, опубликованного в 2016 году предоставляет дополнительные рекомендации по количественной оценке и отчетности по пищевым отходам.

Страны и города могут использовать эти инструменты для создания своей системы данных для измерения и анализа пищевых отходов.

Иерархия пищевых отходов иллюстрирует приоритетные области, начиная от предотвращения и заканчивая повторным использованием и переработкой. Исследования показывают, что причинные механизмы и факторы, влияющие на пищевые отходы на этапе потребления, многообразны и сложны.

Таким образом, проблему потребительских пищевых отходов необходимо понимать и решать, рассматривая взаимосвязи между группами факторов, такими как отношения, знания, навыки, ценности, пол, доходы и уровень жизни, а также социальные и культурные практики, а также факторы продовольственной системы (рынки, цены, инфраструктура и т. д.).

Использование «зеленых» и цифровых технологий открывает новые возможности для повышения осведомленности, изменения восприятия и стимулирования изменений в поведении потребителей в сторону уменьшения пищевых отходов.

Примеры таких стран, как Дания, Великобритания и США, демонстрируют растущее внедрение зеленых и цифровых технологий для предотвращения, сокращения и переработки пищевых отходов.

К ним относятся технологии, связанные с сохранением, хранением, упаковкой, маркировкой продуктов питания, ценообразованием, отслеживаемостью, перераспределением, переработкой, вторичной переработкой, разделением продуктов питания, планированием питания и пожертвованиями продуктов питания.

Эти инновации обнадеживают и вдохновляют, однако большинство из них сталкиваются с проблемой масштабирования и выхода за пределы «нишевого рынка».

В то время как крупные компании имеют хорошие возможности для взаимодействия с партнерами по цепочкам создания стоимости, многим малым и средним предприятиям и владельцам местного бизнеса необходимо внедрить зеленые и цифровые технологии для сокращения пищевых отходов.

Также отсутствуют данные об экономии средств, а также экологических и социальных выгодах от внедрения таких технологий. Чтобы полностью раскрыть потенциал зеленых и цифровых технологий для сокращения потребительских пищевых отходов, необходима благоприятная среда, которая соединяет политику, регулирование, инфраструктуру, информацию для потребителей, экономические стимулы, повышение осведомленности и поведенческие стимулы.

Также необходимо повысить осведомленность потребителей о продуктах питания и пищевых отходах и стимулировать спрос на экологически чистые решения по сокращению и управлению отходами.

Правительства стран могут создать системы для измерения и управления пищевыми отходами, отслеживать прогресс в достижении соответствующих целей ЦУР и обеспечивать правильные стимулы и возможности для изменений в поведении потребителей и деловой практике.

Как показывает практика, политика и регулирование должны сочетать долгосрочные стратегии и дорожные карты с краткосрочными целями и конкретными мерами для обеспечения эффективной реализации.

Также необходимо устранить пробелы в потенциале и знаниях различных участников и взаимодействовать с заинтересованными сторонами в продовольственной системе и в цепочке создания стоимости продуктов питания.

Правительства могут также улучшить городскую инфраструктуру по утилизации отходов, чтобы обеспечить доступ к компостированию, переработке и другим объектам по переработке отходов.

Государственно-частное партнерство предлагает эффективную модель обеспечения инвестиций, мобилизации ресурсов и опыта в развитии инфраструктуры при минимизации рисков для бизнеса. Они все чаще рассматриваются и используются развивающимися странами.

Различные виды бизнеса, в том числе производители продуктов питания, дистрибьюторы, розничные торговцы, поставщики пищевых услуг и поставщики технологий, играют важную роль в координации усилий по всей цепочке поставок продуктов питания и влиянии на поведение потребителей в отношении пищевых отходов.

Инициативы, возглавляемые предприятиями и отраслями, приняли форму добровольных соглашений между операторами цепочек поставок, контрактов между розничными торговцами и поставщиками, совместных программ коммуникации и обмена информацией, а также мониторинга и отслеживания системы. Некоторые предприниматели и стартапы также используют циркулярные бизнес-модели.

Инициативы на низовом уровне, возглавляемые местными сообществами и отдельными лицами, оказались успешными в изменении повседневной практики потребления продуктов питания отдельными людьми. Они обусловлены социальными и/или экологическими целями и построены вокруг таких видов деятельности, как выращивание и совместное использование продуктов питания.

На международном уровне глобальные и региональные сети и партнерства стали важными платформами для обмена знаниями и наращивания потенциала правительств и других заинтересованных сторон продовольственной системы. Эти сети помогают сделать глобальную проблему пищевых отходов видимой посредством своей деятельности, а также развивать и распространять эти знания по всему миру.

В дальнейшем прочные партнерские отношения между государственными, частными субъектами и субъектами гражданского общества на местном, национальном и международном уровнях, как правило, будут лучше способствовать осуществлению целевых мер, охватывающих несколько уровней, и достижению крупномасштабных эффектов по сокращению пищевых отходов.

Рекомендуется использовать сочетание инструментов, таких как политика, регулирование, экономические стимулы, информирование потребителей, мероприятия по повышению осведомленности и поведенческие стимулы.

На практике может возникнуть напряженность между инициативами по переработке и предотвращению отходов, а также между участниками, преследующими разные цели. Общей проблемой для деятельности местных органов власти по предотвращению пищевых отходов является отсутствие четкого разграничения между предотвращением и переработкой или повторным использованием пищевых отходов.

Углубленные тематические исследования успешных бизнес-моделей и социальных инноваций также могут дать ценную информацию, способствующую разработке и внедрению системы борьбы с пищевыми отходами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

- 1 UNEP, FOOD WASTE INDEX REPORT 2021, Geneva, 2021. <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>.
- 2 The World Bank, What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, World Bank Group, Washington D. C., 2018. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/9781464813290.pdf?sequence=12&isAllowed=y>.
- 3 C. Mbow, C. Rosenzweig, Chapter 5: Food Security, in: Spec. Rep. Clim. Chang. L., IPCC, 2019: pp. 1–200. <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-5/>.
- 4 Портал по вопросам поддержки политики и управления. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/ru/>
- 5 UN Environment Programme (UNEP), The State of Food Waste in West Asia, 2021. <https://www.unep.org/resources/report/state-food-waste-west-asia>.
- 6 K. Miezah, K. Obiri-Danso, Z. Kádár, B. Fei-Baffoe, M.Y. Mensah, Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana, Waste Manag. 46 (2015) 15–27. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2015.09.009>.
- 7 International Resource Panel, The weight of cities: resource requirements of future urbanization, 2018.
- 8 G. Pappalardo, S. Cerroni, R.M. Nayga, W. Yang, Impact of Covid-19 on Household Food Waste: The Case of Italy, Front. Nutr. 7 (2020) 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.585090>.
- 9 D. Southerton, L. Yates, Exploring food waste through the lens of social practice theories: some reflections on eating as a compound practice, in: K. Ekström (Ed.), Waste Manag. Sustain. Consum., First, Routledge, 2014: pp. 145–161. <https://doi.org/10.4324/9781315757261-17>.
- 10 S. Wunder, E. Van Herpen, K. McFarland, A. Ritter, L. van Geffen, Å. Stenmarck, J. Hulthen, Policies against consumer food waste. Policy options for behaviour change including public campaigns. Background report contributing to “REFRESH Policy Brief: Reducing consumer food waste” (D3.4), 2019. <https://eu-refresh.org/policies-against-consumer-food-waste>.
- 11 M. Hebrok, C. Boks, Household food waste: Drivers and potential intervention points for design – An extensive review, J. Clean. Prod. 151 (2017) 380–392. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.069>.
- 12 D.M.A. Roodhuyzen, P.A. Luning, V. Fogliano, L.F.A. Steenbekkers, Putting together the puzzle of consumer food waste: Towards an integral perspective, TRENDS FOOD Sci. Technol. 68 (2017) 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.009>.
- 13 World Economic Forum, Which countries spend the most on food?, (2016) 1. <https://www.weforum.org/agenda/2016/12/this-map-shows-how-much-each-country-spends-on-food/>.

- 14 K. Qian, F. Javadi, M. Hiramatsu, Influence of the COVID-19 pandemic on household food waste behavior in Japan, *Sustain.* 12 (2020) 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12239942>.
- 15 WRAP, Life under Covid-19: Food waste attitudes and behaviours in 2020, Banbury, 2020. [www.wrap.org.uk](http://www.wrap.org.uk) (accessed August 31, 2021).
- 16 R. Cantaragiu, The Impact of Gender on Food Waste at the Consumer Level, *Stud. Univ. Econ. Ser.* 29 (2019) 41–57. <https://doi.org/10.2478/sues-2019-0017>.
- 17 D.M.A. Roodhuyzen, P.A. Luning, V. Fogliano, L.F.A. Steenbekkers, Putting together the puzzle of consumer food waste: Towards an integral perspective, *TRENDS FOOD Sci. Technol.* 68 (2017) 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.009>.
- 18 K. Schanes, K. Dobernic, B. Gözet, Food waste matters - A systematic review of household food waste practices and their policy implications, *J. Clean. Prod.* 182 (2018) 978–991. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.02.030>.
- 19 V. Filimonau, H. Zhang, L. en Wang, Food waste management in Shanghai full-service restaurants: A senior managers' perspective, *J. Clean. Prod.* 258 (2020) 120975. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120975>.
- 20 A.F.M. Castelo, M. Schäfer, M.E. Silva, Food practices as part of daily routines: A conceptual framework for analysing networks of practices, *Appetite.* 157 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104978>.
- 21 B.A. Lorenz-Walther, N. Langen, C. Göbel, T. Engelmann, K. Bienge, M. Speck, P. Teitscheid, What makes people leave LESS food? Testing effects of smaller portions and information in a behavioral model, *Appetite.* 139 (2019) 127–144. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.03.026>.
- 22 P. Karatna, Thailand Environmental Quality Management Plan 2017-2021, in: *Natl. Policy Dialogue Urban Nexus Thailand*, Bangkok, 2017. [https://data.opendevlopmentmekong.net/library\\_record/2560-2564](https://data.opendevlopmentmekong.net/library_record/2560-2564) (accessed September 17, 2021).
- 23 State of Qatar, Qatar National Food Security Strategy 2018 – 2023, Doha, 2020. <https://www.mme.gov.qa/pdocs/cview?siteID=2&docID=19772&year=2020>.
- 24 C40 CITIES, C40 Good Food Cities Declaration Planned Actions To Deliver Commitments, 2019.
- 25 WRAP, The Courtauld Commitment 2025, (2021). <https://wrap.org.uk/taking-action/food-drink/initiatives/courtauld-commitment-2025#> (accessed June 1, 2021).
- 26 ONETHIRD - Tænketank om Forebyggelse af Madspild og Fødevaretab, Danmark Mod Madspild, (2021). <https://danmarkmod-madspild.dk/> (accessed June 1, 2021).
- 27 Pacific Coast Collaborative, Creating a Sustainable Future through Food Waste Reduction, 2020. <https://pacificcoastcollaborative.org/food-waste/>.
- 28 S. Kallbekken, H. Sælen, “Nudging” hotel guests to reduce food waste as a win-win environmental measure, *Econ. Lett.* 119 (2013) 325–327.

29 B. Wansink, K. van Ittersum, Portion size me: Plate-size induced consumption norms and win-win solutions for reducing food intake and waste, *J. Exp. Psychol. Appl.* 19 (2013) 320–332. <https://doi.org/10.1037/a0035053>.

30 D. Eckert Matzembacher, P. Brancoli, L. Moltene Maia, M. Eriksson, Consumer's food waste in different restaurants configuration: A comparison between different levels of incentive and interaction, *Waste Manag.* 114 (2020) 263–273. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.014>.

31 Freedge.org, freedge – community fridges, (n.d.). <https://freedge.org/> (accessed May 12, 2021).

32 WRAP, The Food Waste Atlas. Tracking global food waste, (2021). <https://thefoodwasteatlas.org/> (accessed June 1, 2021).

33 EU Platform on Food Losses and Food Waste, Recommendations for Action in Food Waste Prevention Developed by the EU Platform on Food Losses and Food Waste, 2019. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/FoodSystem.html> (accessed May 21, 2021).

34 C40 CITIES, C40 Good Food Cities Declaration Planned Actions To Deliver Commitments, 2019.

35 D. Loctier, “Use By” and “Best Before” labels - a new EU plan to cut down on food waste, *Euronews.Next.* (2020). <https://www.euronews.com/next/2020/10/12/use-by-and-best-before-labels-a-new-eu-plan-to-cut-down-on-food-waste> (accessed September 14, 2021).

36 European Commission, Market study on date marking and other information provided on food labels and food waste prevention-Annex to the final report, 2018. [http://www.minagric.gr/images/stories/docs/politis/Trofima\\_Ygeia/spatali-trofimon/Market\\_study\\_date\\_marking\\_other\\_information\\_food\\_labels\\_Food\\_waste\\_prevention.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/politis/Trofima_Ygeia/spatali-trofimon/Market_study_date_marking_other_information_food_labels_Food_waste_prevention.pdf).

37 Zero Waste Europe, France's law for fighting food waste, 2020.

38 A. Government Department of the Environment, National Food Waste Strategy: Halving Australia's Food Waste by 2030, 2017.

39 Municipality of Milan, Milan Urban Food Policy Pact, 2015. <https://www.milanurbanfoodpolicy-pact.org/> (accessed May 25, 2021).

40 Punjab Food Authority, Disposal of Excess Food Regulation 2019 approved by PFA board, (2021). <https://cell.pfa.gop.pk/knowledge-base/disposal-of-excess-food-regulation-2019-approved-by-pfa-board> (accessed June 1, 2021).

41 Flavour project, Using public procurement to fight food waste, (2021). <https://flavour2seas.eu/using-public-procurement-to-fight-food-waste/> (accessed September 4, 2021).

42 P. Lascoumes, P. Le Galès, Understanding Public Policy through Its Instruments — From the Nature of Instruments to the Sociology of Public Policy Instrumentation, *Gov. An Int. J. Policy, Adm. Institutions.* 20 (2007) 1–21. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2007.00342.x>.

43 M. Cesareo, Behavioral economics and behavioral change policies: theoretical foundations and practical applications to promote well-being in the Italian context, International University of Language and Media, 2017.

44 B. Wansink, K. van Ittersum, Portion size me: Plate-size induced consumption norms and win-win solutions for reducing food intake and waste, *J. Exp. Psychol. Appl.* 19 (2013) 320–332. <https://doi.org/10.1037/a0035053>.

45 S. Kallbekken, H. Sælen, “Nudging” hotel guests to reduce food waste as a win-win environmental measure, *Econ. Lett.* 119 (2013) 325–327.

46 M.D. White, The dangers of manipulation, (2013). <https://policyoptions.irpp.org/magazines/nudge/the-dangers-of-manipulation/>.

47 C.R. Sunstein, L.A. Reisch, *Trusting Nudges: Toward a Bill of Rights for Nudging*, ROUTLEDGE, London, 2019. <https://doi.org/doi.org/10.4324/9780429451645>.

48 J. Vogels, S. van der Haar, G.G. Zeinstra, ..., *ICT tools for food management and waste prevention at the consumer level*, 2018. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/544789>.

49 A. Pal, K. Kant, Smart sensing, communication, and control in perishable food supply chain, *ACM Trans. Sens. Networks.* 16 (2020) 1–41. <https://doi.org/10.1145/3360726>.

50 S. Tavman, S. Otles, S. Glaue, N. Gogus, Food preservation technologies, in: *Sav. Food Prod. Supply Chain. Food Waste Food Consum.*, Elsevier, 2019: pp. 117–140. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815357-4.00004-3>.

51 S. Mercier, M. Mondor, U. McCarthy, S. Ville-neuve, G. Alvarez, I. Uysal, Optimized cold chain to save food, in: *Sav. Food Prod. Supply Chain. Food Waste Food Consum.*, Elsevier, 2019: pp. 203–226. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815357-4.00007-9>.

52 WRAP, Food surplus and waste in the UK – key facts, Wrap. (2020) 14. [https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/Food\\_surplus\\_and\\_waste\\_in\\_the\\_UK\\_key\\_facts\\_Jan\\_2020.pdf](https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/Food_surplus_and_waste_in_the_UK_key_facts_Jan_2020.pdf) <https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/Food-surplus-and-waste-in-the-UK-key-facts-Jan-2020.pdf>.

53 N. Aste, C. Del Pero, F. Leonforte, Active refrigeration technologies for food preservation in humanitarian context – A review, *Sustain. Energy Technol. Assessments.* 22 (2017) 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2017.02.014>.

54 Chr Hansen, FRESHQ, (2021). <https://www.chr-hansen.com/en/food-cultures-and-enzymes/fresh-dairy/cards/product-cards/freshq>.

55 V.G. Martins, V.P. Romani, P.C. Martins, G. da S. Filipini, Innovative packaging that saves food, in: *Sav. Food Prod. Supply Chain. Food Waste Food Consum.*, Elsevier, 2019: pp. 171–202. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815357-4.00006-7>.

56 Цифровизация агропродовольственного сектора для достижения целей устойчивого развития: обзор. *Устойчивые пищевые технологии.*, 2023,1, 783-802 <https://doi.org/10.1039/D3FB00124E>

57 P. Müller, M. Schmid, Intelligent packaging in the food sector: A brief overview, *Foods.* 8 (2019). <https://doi.org/10.3390/foods8010016>.

58 Виды штрих-кодов товаров.[Электронный ресурс]: Об онлайн-кассах. Новый порядок применения ККТ [web - сайт]. – Режим доступа: <https://onlajn-kassy.ru/markirovka/barcode/vidy-shtrih-kodov-tovarov.html>

59 Wikipedia, Radio-frequency identification, (2021). [https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification).

60 O. Morrison, The digital labelling technology promising to ‘unlock the lost shelf life of food,’ Food Navig. (2020). <https://www.foodnavigator.com/Article/2020/12/03/The-digital-labelling-technology-promising-to-unlock-the-lost-shelf-life-of-food> (accessed May 10, 2021).

61 Wasteless, Wasteless, (2021). <https://www.wasteless.com/> (accessed September 29, 2021).

62 Timestrip UK Ltd, Timestrip® Cold Chain Products for Food, (2021). <https://timestrip.com/products/food-range/> (accessed September 12, 2021).

63 E. Elimelech, E. Ert, O. Ayalon, Bridging the gap between self-assessments and measured household food waste: A hybrid valuation approach, Waste Manag. 95 (2019) 259–270. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.015>.

64 G. Phiri, P. Trevorrow, Sustainable Household Food Management Using Smart Technology, in: 2019 10th Int. Conf. Dependable Syst. Serv. Technol., 2019: pp. 112–119. <https://doi.org/10.1109/DESSERT.2019.8770023>.

65 CozZo App, CozZo Smart Kitchen App, (2018). <https://cozzo.app/press/> (accessed October 4, 2021).

66 Indoorcorgi, MyKURA - Manage Fridge, Foods, Expiration date, 2021. (n.d.). [https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.gr.java\\_conf.indoorcorgi.mykura&hl=da&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.gr.java_conf.indoorcorgi.mykura&hl=da&gl=US) (accessed May 31, 2021).

67 Bolwig, S., Tanner, A. N., Riemann, P., Redlingshöfer, B., & Zhang, Y. (2021). *Reducing consumer food waste using green and digital technologies*. UNEP DTU Partnership.

68 Too Good To Go, Red lækker mad og bekæmp madspild, (n.d.). <https://toogoodtogo.dk/da/> (accessed May 31, 2021).

69 NoFoodWasted, NoFoodWasted - Samen tegen voedselverspilling, (n.d.). <http://www.nofoodwasted.com/> (accessed May 31, 2021).

70 OLIO, What is OLIO?, (2020). <https://olioex.com/about/> (accessed May 31, 2021).

71 Коваленко В. П., Петренко И. М. Компостирование отходов животноводства и растениеводства. – 2001.

72 Рожко А. А., Москворецкий Г. У. С. Э. Компостирование древесно-растительных отходов с учетом факторов, влияющих на параметры компостирования бурта //Сборник научно-технической информации по лесному хозяйству. – 2009. – С. 30.

73 Система мембранного компостирования GORE® Cover.[Электронный ресурс]: ПРОГРЕСС ЭНЕРГО [web - сайт]. – Режим доступа: <https://pirolizothodov.ru/kompostirovanie>

74 UN Environment Programme (UNEP), Waste to energy: Considerations for Informed Decision Making, 2019. <https://doi.org/10.1071/rs14032>.

75 Safisana, Making sanitation and waste treatment affordable, (2020). <https://safisana.org/> (accessed June 1, 2021).

76 International Finance Corporation, One of Europe's Largest Landfills Gets a Makeover, IFC Commun. (2020). [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/news\\_ext\\_content/ifc\\_external\\_corporate\\_site/news+and+events/news/cm-stories/serbia-waste-to-energy](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/news_ext_content/ifc_external_corporate_site/news+and+events/news/cm-stories/serbia-waste-to-energy) (accessed September 21, 2021).