

# ОРГАНИКА В ТКО: С ЧЕМ ИМЕЕМ ДЕЛО?

*Продолжение. Начало в № 3, 2021*

*Цикл статей «Отрасль обращения с ТКО  
с точки зрения профессионалов»*

В прошлой статье цикла мы разбирались, из каких веществ состоит органика в ТКО. Мы остановились на том, что почти половину ТКО составляет биоразлагаемая органика, основа которой – пищевые отходы, то есть отходы продуктов питания (пищи). Пища делится по происхождению на растительную и животную. В свою очередь, элементарной единицей строения всех растений и животных, включая грибы и бактерии, из которых также производится пища, является клетка. Сухая масса клетки почти на 100 % состоит из углеводов, белков и жиров – обширных классов органических соединений, своего рода компонентов пищевых отходов. Мы рассмотрели один из таких компонентов – углеводы, а сегодня уделим внимание белкам, а также поговорим о количестве образующихся пищевых отходов и их составе. В следующей части статьи мы коснемся жиров, а также проанализируем соотношение углеводов, белков и жиров в пищевых отходах.

*И. В. Кирейчиков, В. В. Унжаков, Д. И. Маслов,  
ГК «Созвездие/Развитие»*



На Земле не существует ни одного живого организма, включая бактерии, который не содержал бы в себе белковых молекул. Белки – это высокомолекулярные азотсодержащие органические вещества. Представление о белках как о классе соединений формировалось в XVIII–XIX вв. В этот период из разнообразных объектов живого мира (семена и соки растений, мышцы, хрусталик глаза, кровь, молоко и т. п.) были выделены вещества, обладающие сходными свойствами: они образовывали вязкие, клейкие растворы, свертывались при нагревании, при их высушивании получалась роговидная масса, а при сжигании ощущался запах паленой шерсти и выделялся аммиак.

Поскольку ранее было известно, что все эти свойства присущи яичному белку, название «белки» получил целый класс веществ, о чем мы расскажем ниже. Кстати, в составе яичного белка содержится не один, а несколько белков, основной из которых – альбумин (около 60–65 %), который и придает вареному яйцу белый цвет (лат. *albus*: белый). Термин «белковый» (фр. *Albumineux*, альбуминé) впервые был использован французским экономистом Франсуа Кене в 1747 г. в отношении вещества, содержащегося в крови и лимфе животных и очень похожего реакциями на белок яйца.

То, что Франсуа Кене указан как экономист, – не оговорка: в любом справочнике и энциклопедии Кене фигурирует именно как экономист, автор многих статей и книг на эту тему, основоположник макроэкономики, работы которого изучал сам Карл Маркс. Хотя по образованию Кене и был хирургом, но на этом поприще особых успехов он не достиг. Однако энергичность и трудолюбие привели его к женитьбе на дочери парижского бакалейщика с хорошим приданым, благодаря чему он, получив степень доктора хирургии, стал главным врачом больницы в городке Мант-ла-Жоли. Франсуа быстро понял, что выгоднее и проще лечить аристократию, чему и посвятил свою жизнь, оказывая за деньги любые услуги – от приема родов до кровопускания. Позже он

перебрался в Париж, получил профессорскую степень и стал постоянным секретарем Хирургической академии.

Вершина его врачебной карьеры – должности врача мадам де Помпадур и, ни много ни мало, лейб-медика короля Франции Людовика XV. Также он был хозяином известного салона, в котором собирались известнейшие люди того времени. И вдруг к 60-м годам Кене решил серьезно заняться экономикой, интерес к которой проявлял уже давно. Этим интересом он заразил многих своих собеседников, что в итоге привело к созданию целой экономической школы, участники которой стали называть себя экономистами, а свое учение – политической экономией. Позже, в XIX в., их стали называть физиократами, это слово ввел в употребление Дюпон де Немур – первый издатели сочинений Кене (фр. *physiocrates* – от древнегреческих φύσις – природа и κράτος – сила, власть, господство, то есть «господство природы») [1]. Из-за этого в некоторых источниках Ф. Кене называют французским врачом-физиологом.

### БЕЛКИ НАЧАЛИ ПРИСТАЛЬНО ИЗУЧАТЬ В СЕРЕДИНЕ XVIII В.

Завсегдатаи салона Франсуа Кене, ученый-энциклопедист Жан Д'Аламбер и философ-просветитель Дени Дидро, начавшие публиковать в 1751 г. свою знаменитую «Энциклопедию», задумались о наполнении первого тома, на букву А. И статья «*Albumineux*», написанная их другом Кене (он ведь все-таки, как мы помним, был врачом и в химии должен был разбираться), появилась в этом томе. «Белок» стал, можно сказать, научным термином, и очень вовремя. В 1745 г. итальянский ученый Якопо Бартоломео Беккари опубликовал результаты своей работы, сделанной еще в 1728 г. Он выделил из пшеничной муки клейкую массу, названную им еще не белком, а глютенем (лат. *gluten* – клей, по-русски – клейковина), и особо отметил сходство клейковины с веществами животной при-

роды. Впоследствии глютенем стали называть белок, содержащийся в зернах злаков.

Итак, начало химическому исследованию белков было положено. С середины XVIII в. проявился особый интерес к веществам, характерным для различных организмов и сходным по свойствам. Выделяемые из различных биологических объектов вещества содержали азот и имели некоторые свойства, характерные для яичного белка. Все эти вещества пополняли собой группу, называемую теперь белками. Помимо яичного белка и глютена проводились исследования казеина (молоко), сыворотки крови, творога (его тогда тоже считали белком), желатина, фибрина (мышцы) и т. п.

В начале XIX в. появились более совершенные методы анализа веществ и начались исследования элементного состава белков. В них обнаружили углерод, водород, азот, кислород, серу и фосфор. Голландский химик Геррит Ян Мульдер в 1838 г. предложил первую теорию строения белков. Исходя из исследований элементного

Белки могут растворяться в воде, спирте, в щелочных и солевых растворах.

состава, Мульдер пришел к выводу, что все белки содержат одну или несколько групп  $C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}$ , соединенных с серой (S) или фосфором (P) или с тем и другим вместе. Он предложил для обозначения этой группы термин «протеин» (Pr, от греч. протос – первый, первичный), так как считал, что это вещество «без сомнения, важнейшее из всех известных тел органического царства, и без него, как кажется, не может быть жизни на нашей планете» [2].

Представление о существовании такой группы скоро было опровергнуто, а значение термина «протеин» изменилось, и сейчас он часто применяется как синоним термина «белок». Следует отметить, что почти во всех европейских языках, кроме голландского (где белок – это *eiwit*, то есть буквально «яичный белок») и русского, слово «белок» звучит как вариант слова «протеин». Более чем через 50 лет (в 1902 г.) немецкий химик Эмиль Фишер установил, что в структуре всех белков присутствуют аминокислоты. За работы по исследованию белков он был удостоен Нобелевской премии.



Ежегодный объем пищевых отходов в составе ТКО, млн. т [8]

Итак, все белки представляют собой полимеры, цепи которых собраны из фрагментов аминокислот. Аминокислоты – это органические соединения, содержащие в своем составе (в соответствии с названием) так называемую аминогруппу ( $NH_2$ ) и кислотную, то есть карбоксильную группу ( $COOH$ ). Из всего многообразия аминокислот в образовании белков участвуют только такие, у которых между аминогруппой и карбоксильной группой – всего один атом углерода (C). В общем виде аминокислоты, участвующие в образовании белков, могут быть представлены формулой  $H_2N-CH(R)-COOH$ , их насчитывается всего 20. Группа R, присоединенная к атому углерода, определяет различие между аминокислотами, образующими белки [3]. Именно на аминокислоты разлагаются белки при пищеварении, гниении и т. п.

О белках можно рассказывать долго, но для дальнейшей работы достаточно будет упомянуть еще один факт: белки могут растворяться в воде, спирте, в щелочных и солевых растворах. В зависимости от этого их делят соответственно на альбумины, проламины, глютелины и глобулины, и продукты разложения белков из этих групп отличаются друг от друга.

Что касается количества образующихся пищевых отходов, то в мире ежегодно выбрасывается не менее 20 % продуктов питания – всего около 884 млн. т (см. **рисунок ▶ стр. 00**). Это примерно 44 % всех бытовых отходов домохозяйств [4, 5]. В России объем пищевых отходов в составе ТКО достигает 17 млн. т в год. Это около 28 % от всего объема ТКО, образующихся в стране [6].

Практически все пищевые отходы (94 %) [7] попадают в нашей стране на свалки и полигоны, где становится источником загрязнения почвы, воды и воздуха. В качестве примера: такой объем пищевых отходов выделяет порядка 2,4 млн. т метана (парникового газа); много выделяется также углекислого газа, аммиака и сероводорода. Согласно данным Росстата, в последние пять лет объем пищевых отходов в России колеблется в диапазоне  $\pm 5\%$  в год в зависимости



Более  
**33** млн т/год

пищи попадает в отходы

**9,18** % пищи

теряется на этапе торговли

**11,8** % пищи

пропадает на этапе  
потребления

от изменения численности населения и уровня его доходов.

Ниже приведен объем ежегодно образуемых пищевых отходов в России (в процентах от объема произведенных пищевых продуктов) [9]:

- пищевые отходы, относящиеся к промышленным (**всего – 20,35 %**):
  - › сельскохозяйственное производство – 8,22 %;
  - › транспортирование – 3,41 %;
  - › переработка – 8,72 %;
- пищевые отходы, относящиеся к ТКО (**всего – 20,98 %**):
  - › хранение – 4,33 %;
  - › реализация – 4,85 %;
  - › потребление – 11,8 %.

Таким образом, в оптово-розничной торговле теряется 9,18 % производимого продовольствия, а на этапе потребления (домохозяйства, предприятия общественного питания) – 11,8 %. Совокупные же потери составляют 41,33 %, или более 33 млн т в год (по данным Министерства сельского хозяйства РФ за 2017 г.).

Анализируя состав пищевых отходов (на основе данных Росстата за 2017 г.), можно выделить продукты питания, которые составляют основ-

## СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Группа продуктов	Наименования продуктов	Оптово-розничная торговля		Конечные потребители		Суммарно для пищевых отходов в составе ТКО	
		%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т
Зерновые продукты	Хлебобулочные изделия, крупы, макаронные изделия, мука, бобовые	12	893	62	5927	40	6820
Молочные продукты	Молоко, кефир, йогурт, сметана, творог, сыры, масло, консервы, мороженое	47	3497	5	478	23	3975
Картофель	Испорченные клубни, очистки	11	818	15	1434	13	2252
<b>Промежуточный итог:</b>		<b>70</b>	<b>5208</b>	<b>82</b>	<b>7839</b>	<b>76</b>	<b>13 047</b>
Овощи (прочие)	Включая консервы, грибы, бахчевые	13	967	9	860	11	1827
Фрукты	Включая соки, консервы, сухофрукты	7	521	6	574	7	1095
Мясо	Включая колбасные изделия, консервы, мясо птицы, субпродукты	8	595	2	191	5	786
Рыба	Включая морепродукты, консервы	2	149	1	96	1	245
<b>Всего</b>		<b>100</b>	<b>7440</b>	<b>100</b>	<b>9560</b>	<b>100</b>	<b>17 000</b>

ную массу пищевых отходов (с точностью до 1 тыс. т, до 1 %, по убыванию массы продуктов в составе ТКО) (см. **таблицу ► стр. 00**).

Получается, что тройка лидеров по содержанию в пищевых отходах в составе ТКО выглядит так:

- зерновые продукты (40 %);
- молочные продукты (23 %);
- картофель (13 %).

Полное устранение потерь только в этих трех категориях позволило бы сократить долю пищевых отходов в домохозяйствах и общепите на 82 %, а в оптово-розничной торговле – на 70 % (в общей массе пищевых отходов – более чем на 76 %). При этом следует отметить, что в пищевых отходах практически отсутствуют растительные масла, сахар (они имеют длительный срок хранения и выбрасываются редко), кондитерские изделия (весьма дороги, поэтому тоже редко выбрасываются), яйца (испорченный продукт выбрасывают в канализацию). ♻️

*Продолжение в следующем номере.*



## Литература

1. Кенэ Ф., Тюрго А. Р. Ж., Дюпон де Немур П. С. Физиократы. Избранные экономические произведения. – М.: Эксмо, 2008.
2. Овчинникова Ю. А. Биоорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.
3. Шамин А. Н. Развитие химии белка. – М.: Наука, 1966.
4. Исследование Всемирного банка (World Bank) «What a Waste» 2.0. – 2018.
5. Исследование Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) «Global Food Losses and Food Waste». – 2011.
6. Исследование Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) «Рынок утилизации отходов». – 2018.
7. Доклад Международной неправительственной некоммерческой организации «Совет Гринпис» (МННО «ГРИНПИС», Greenpeace) «Что делать с мусором в России». – 2017.
8. Доклад Европейской комиссии (Eurocommission) «Estimates of European Food Waste Levels». – 2016.
9. Исследование независимого аналитического центра ТИАР-Центр (ООО «ТИАР-Центр») совместно с Российской ассоциацией электронных коммуникаций (НКО РАЭК, Кластер экономики совместно го потребления) «Фудшеринг в России». – 2019.