

УДК 616-006-02:641.521

**КАНЦЕРОГЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ  
В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ**

**CARCINOGENIC COMPOUNDS FORMED  
IN FOODS UNDER THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT**

©**Беркетова Л. В.**

канд. техн. наук

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова  
г. Москва, Россия, [lidia.berketova@yandex.ru](mailto:lidia.berketova@yandex.ru)

©**Berketova L.**

Ph.D., Plekhanov Russian University of Economics  
Moscow, Russia, [lidia.berketova@yandex.ru](mailto:lidia.berketova@yandex.ru)

©**Захарова А. Д.**

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова  
г. Москва, Россия, [zakharova.alexandra21@yandex.ru](mailto:zakharova.alexandra21@yandex.ru)

©**Zakharova A.**

Plekhanov Russian University of Economics  
Moscow, Russia, [zakharova.alexandra21@yandex.ru](mailto:zakharova.alexandra21@yandex.ru)

*Аннотация.* В статье рассмотрены соединения, которые образуются в результате тепловой обработки продуктов питания, канцерогенного характера. Представлен и рассмотрен перечень факторов, способствующих накоплению канцерогенных соединений в разных группах пищевых продуктов. Рассмотрены методы снижения или сокращения канцерогенных веществ в продуктах питания и блюдах: замещение, «предшествующая стадия», комбинированные методы. Представленные методы являются безопасными для человека и окружающей среды, кроме того их применение на практике поможет сократить количество раковых заболеваний.

*Abstract.* The article considers the connections that are formed as a result of thermal processing of foods, carcinogenic character. Presented and discussed a list of factors that contribute to the accumulation of carcinogenic compounds in different food groups. We consider methods to reduce or reduce carcinogenic substances in food products and dishes: substitution, “previous stage”, combined methods. The presented methods are safe to humans and the environment, besides their application in practice will help to reduce the amount of cancer.

*Ключевые слова:* канцерогенные соединения, пищевые продукты, методы снижения канцерогенных соединений.

*Keywords:* carcinogenic compounds, food products, methods to reduce carcinogenic compounds.

Продукты питания — необходимый для человека источник получения макро- и микроэлементов, без которых не возможна жизнедеятельность ни одного живого организма. По типу питания класс млекопитающих, к которому относится и человек, является гетеротрофами, то есть это организмы не способные синтезировать органические вещества из неорганических путем фотосинтеза или хемосинтеза. Именно поэтому пища — незаменимый элемент в жизни людей, которая обеспечивает организм человека всеми необходимыми элементами. Продукты, употребляемые в пищу, могут иметь растительное, животное и синтетическое происхождение.

Синтетические продукты — продукты, получаемые из химически синтезированных пищевых веществ. Современные методы органической химии широко используют для синтеза многих соединений таких как, витамины и аминокислоты. Их используют как добавку к пище или добавляют непосредственно в продукт, получая тем самым функциональный продукт питания, специально обогащенный тем или иным макро- или микроэлементом, а так обладающие научно обоснованными и подтвержденными свойствами (Синтетическая пища. Большая энциклопедия нефти и газа: <http://www.ngpedia.ru/id257559p1.html>).

Традиционные продукты питания (растительного или животного происхождения) — классические продукты питания, производимые из сельскохозяйственных растений и животных путем различных механических, кулинарных обработок [1].

Большинство людей придерживаются мнения, что традиционные продукты питания, а также пища, изготовленная из них без применения синтетических добавок — самые безопасные продукты питания. Однако, они забывают, что в состав продуктов входят естественные химические соединения, которые при определенной тепловой обработке, хранении, контакте с другими веществами могут переходить в разряд вредных и даже опасных для здоровья человека, так как количество их содержания — произвольно и неконтролируемо.

Канцерогенные соединения — вещества, накапливающиеся в продуктах питания под воздействием внешних причин или внутренних процессов, происходящих непосредственно в самом продукте, и вызывающие неопластические проявления [2].

При рассмотрении процесса производства здоровой пищи с самого начала, необходимо позаботиться о качестве сырья, используемого для приготовления той или иной продукции. Территориальное расположение сельскохозяйственных угодий, условия содержания скота, корма для животных и почва, на которой выращивают растения — все эти факторы влияют на конечный химический состав продовольственного сырья, его качество и безопасность. Таким образом, при выборе поставщика, предприятия общественного питания должны тщательно проверять документацию на продукцию и условия ее производства, в соответствии с Федеральным законом от 2 января 2000 года №29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»).

Согласно нормативным документам (СП 2.3.6.1079-01 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья»; СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов»), канцерогенные соединения присутствуют во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктах, но количество их содержания зависит от многих причин. В Таблице 1 представлен перечень факторов, способствующих накоплению канцерогенных соединений в разных группах продуктов.

Проанализировав приведенные данные, можно сделать вывод, что основным источником загрязнения является человек и его деятельность.

Следующий аспект, на который необходимо обратить внимание, это хранение продуктов питания. При обеспечении надлежащих условий хранения можно предотвратить образования канцерогенных соединений, например: хранение овощей при  $t = 4-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  приводит к тому, что нитраты, сами по себе безвредные и безопасные, восстанавливаются до нитритов. Эти соединения являются предшественниками канцерогенов, а попадая в организм, взаимодействуют с аминами и амидами и образуют полноценные канцерогенные соединения нитроамины и нитроамиды. Синтез нитрозосоединений происходит непосредственно в желудке, кишечнике и мочевом пузыре (СП 2.3.6.1079-01 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья»; СанПиН

2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов»).

От кулинарной обработки пищи зависит 80% безопасности конечного кулинарного изделия. С точки зрения наличия и количества канцерогенных соединений вид кулинарной обработки имеет первостепенное значение. Виды кулинарной обработки: варка, варка на пару, тушение, припускание, жарка, запекание, копчение и фритюр.

Способность накапливать или образовывать канцерогенные соединения зависит от вида обрабатываемого продукта. Даже при одной и той же тепловой обработке уровень содержания канцерогенов в продуктах разной природы будет отличаться [2].

Таблица 1.

ФАКТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (СП 2.3.6.1079-01 ...2001; САНПИН 2.3.2.1324-03 ... 2003)

Группа продуктов	Канцерогены–загрязнители	Причина
Хлеб и зерновые продукты	Пестициды, микотоксины, полициклические углеводы, тяжелые металлы	Паразитическое развитие на зерновых культурах, удобрения, состав почвы, грунтовые воды
Овощи и фрукты	Пестициды, нитраты, полициклические углеводы, тяжелые металлы	Использование минеральных удобрений (азотистые). Условия хранения, грунтовые воды
Мясо и мясoproductы	Нитраты, нитрозамины, полихлорированные бифенилы, диоксины, гормоны, факторы роста	Пища скота, ускорение роста, территориальная близость нефтеперерабатывающих предприятий, свалок.
Рыба и морепродукты	Нитрозамины, тяжелые металлы, полихлорированные бифенилы, дибензодиоксины и дибензофураны, диоксины	Состояние воды, территориальная близость нефтеперерабатывающих предприятий, свалок.
Молоко и молочные продукты	Пестициды, микотоксины, тяжелые металлы, полихлорированные бифенилы, дибензодиоксины и дибензофураны, диоксины, гормоны, факторы роста.	Паразитическое развитие на зерновых культурах, удобрения, состав почвы, грунтовые воды, территориальная близость нефтеперерабатывающих предприятий, свалок.

Самой опасной с точки зрения образования канцерогенных соединений принято считать копчение, фритюр и жарку (расположены в порядке убывания опасности).

Канцерогенные соединения, образующиеся при тепловой обработке.

*Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)* — высокомолекулярные органические соединения бензольного ряда, различающиеся по числу бензольных колец. Более 200 соединений этого класса признаны канцерогенными. К наиболее активным канцерогенам относят 3,4-бензапирен, который был идентифицирован в 1933 г. как канцерогенный компонент сажи и смолы, а также холантрен, перилен и дибензпирен. В пищевом сырье, полученном из экологически чистых растений, концентрация бензпирена 0,03–1,0 мкг/кг. Условия термической обработки значительно увеличивают его содержание до 50 мкг/кг и более.

*Пероксиды.* Образуются при сильном нагреве любого растительного масла и в прогорклых жирах.

*Бензопирены.* Появляются при длительном нагреве мяса в духовке, при жарке и в процессе приготовления на гриле.

*Нитраты и нитриты.* Организм их получает из парниковых овощей, выросших на удобренной азотом почве, а также из колбас и консервов, за счет внесения в них нитрата натрия (NaNO<sub>2</sub>). Он также известен как E250 — пищевая добавка, обладающая свойствами консерванта и фиксатора цвета для производства пищевых продуктов.

*Гетероциклические амины.* Образуются при термической обработке белковой пищи (нагрев выше 80 °). Чем более продолжительная кулинарная обработка используется, тем больше соединений синтезируется.

Не только продолжительность влияет на количество канцерогенных соединений, образуемых в пище, но и температура нагрева. Фритюр, грилевание и прожаривание пищи — термические процессы при повышенных температурах, что увеличивает синтез канцерогенов, а именно бензпирена (мат. сайта Биология и медицина. ПАУ: <http://medbiol.ru/medbiol/ecology/00000bce.htm>).

Рассмотрим методы снижения концентрации канцерогенов в пище.

#### *Замещение*

Копчение — вид кулинарной обработки, при котором продукт обрабатывается дымом определенной температуры (в зависимости от вида копчения), в течение определенного количества времени. При горячем копчении продукты обрабатываются дымом, температура которого равна 45–120 °С, а при холодном 19–25 °С. Если судить по температуре, при копчении не должно образовываться большое количество канцерогенов, во всяком случае не больше, чем при любой другой тепловой обработке, но основным источником канцерогенов для продукта при копчении является сам дым.

Дым выделяется в результате горения древесины, в то же время в процессе горения происходят реакции пиролиза древесины, и выделяется огромное количество бензпирена, относящегося к полициклическим ароматическим углеводам и являющимся канцерогеном (мат. сайта XuMuK. Пиролиз древесины: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3352.html>).

С другой стороны, копчение придает конечному продукту неповторимый, пикантный аромат, вкус, запах и консервирует пищу естественным путем.

Таким образом, следует найти способ, как сохранить копченый вкус и запах, при этом, не используя копчение в традиционном смысле слова. Метод «замены» основан на том, чтобы заменить обработку дымом на ароматизатор «Жидкий дым» или коптильную жидкость. Доказано, что варка и запекание, с точки зрения канцерогенов — самые безопасные виды кулинарной обработки, кроме того приготовление пищи с помощью электромагнитных волн исключает образование канцерогенов в пище во время приготовления (мат. сайта MEDINTERES.RU. Микроволновая печь и почему многие боятся ее использовать: <http://medinteres.ru/interesnyie-faktyi/mikrovolnovaya-pech-pochemu-boyatsya-eyo.html>).

Предварительно подготовленное мясо довести до готовности с помощью коротких радиоволн, за 10–15 минут до готовности добавить ароматизатор, при этом строго соблюдая требования ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», предписывающий какое количество необходимо добавлять в тот или иной продукт. В итоге будет получен продукт, имеющий такие же свойства, как при традиционном копчении: вкус, аромат, так высокоценными для потребителя, но при этом, содержание канцерогенов в продукте будет находиться в пределах установленных норм не более 5 мг/кг продукции. На рынке присутствует большое количество производителей, данных ароматизаторов.

#### *Предшествующая стадия*

Исследования доказали, что уровень канцерогенов, образующихся в готовых блюдах, подвергнувшихся тепловой обработке, особенно такой, как гриль зависит от маринада, которым пропитывалось мясо.

Португальские ученые сравнили на содержание канцерогенов два вида стейков: пожаренные сразу и предварительно вымоченные в пиве. Содержание канцерогенов в последних было меньше на 50–80%. Лучше всего с образованием канцерогенов борется маринад из темного пива, которое содержит большое количество антиоксидантов, что позволяет нейтрализовать свободные радикалы, являющиеся предшественниками ПАУ (мат.

сайта Земля — Хроники Жизни. Пивной маринад для мяса уменьшит опасность рака: <http://earth-chronicles.ru/news/2014-03-31-62593>).

Маринад, используемый для предварительной обработки мяса, значительно влияет на конечный продукт. В Таблице 2 приведены варианты маринада и его влияние на готовый продукт.

Таким образом, используя предварительную обработку на основе темного пива, можно существенно снизить количество ПАУ. По данным эксперимента, после жарки в предварительно вымоченной свинине было обнаружено 9,74 нанограммов ПАУ, что в 2 раза меньше, чем в немаринованном мясе. Предварительно вымачивать в темном пиве мясо необходимо не менее 4-х часов, для рыбы не менее 3-х часов, для домашней птицы, в зависимости от размера, от 3,5–4-х часов (мат. сайта Земля — Хроники Жизни. Пивной маринад для мяса уменьшит опасность рака: <http://earth-chronicles.ru/news/2014-03-31-62593>).

Таблица 2.

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ МАРИНАДА НА СОДЕРЖАНИЕ ПАУ (ПИВНОЙ МАРИНАД:  
<http://earth-chronicles.ru/news/2014-03-31-62593>)

<i>Основа для маринада</i>	<i>Время маринования</i>	<i>Количество ПАУ</i>
Темное пиво	4 часа	50–80%
Светлое пиво	4 часа	35–40%
Красное вино	3 часа	20%

*Комбинированное происхождение*

В процессе жарки и запекания в продуктах питания образуется большое количество акриламида, вызывающего мутации и способствующего развитию рака молочной железы у женщин. Сегодня известно, что акриламид содержится во всех жареных или запеченных продуктах, приготовленных при температуре выше 120 °С в результате реакции между аминокислотой аспарагином и сахарами (фруктоза, глюкоза, и т. д.)

Таким образом, для того, чтобы исключить образование акриламида, необходимо исключить из системы реагенты для реакции: аспарагин и сахара. Насыщение пищи специальными синтетическими ферментами, активирующимися при температуре 90–100 °С, которые блокируют аспарагин и не дают ему вступать в реакцию с дисахаридами (Синтетическая пища. Большая энциклопедия нефти и газа: <http://www.ngpedia.ru/id257559p1.html>).

*Эффективными группами являются:* ферменты, синтетические дрожжи, лимонная, винная и уксусная кислоты, витамин В<sub>3</sub>. Таким образом, использование в пищу комбинированного продукта, имеющего в себе синтетический элемент, в разы сокращает риск образование рака и сокращает уровень канцерогенов в готовом продукте в 12 раз.

Кулинарная обработка продуктов питания способствует реакциям, в ходе которых образуются канцерогенные соединения. Количество опасных соединений и безопасность готового продукта в целом зависит не только от методов тепловой обработки, но и от качества исходного сырья, предварительной обработки сырья, условий хранения. Кроме того, полностью натуральное происхождение продукта, отсутствие в нем добавок: ароматизаторов или функциональных групп не гарантирует безопасность конечного блюда.

Рассмотренные методы сокращения канцерогенных веществ являются безопасными для человека и окружающей среды, кроме того их применение на практике поможет сократить количество раковых заболеваний.

*Список литературы:*

1. Петров О. Ю., Александров Ю. А. Медико–биологические и нравственные аспекты полноценного питания: учебное пособие. 2-е изд., доп. Йошкар–Ола: Мар. гос. ун–т, 2008. 224 с.

2. Беспалов В. Г. Питание и рак. Диетическая профилактика онкологических заболеваний. М., 2008. 176 с.

*References:*

1. Petrov O. Yu., Aleksandrov Yu. A. Mediko-biologicheskiye i нравstvennyye aspekty polnotsennogo pitaniya (Biomedical and moral aspects of nutrition): tutorial. 2nd ed., ext. Yoshkar-Ola, Mar. gos. un-t, 2008, 224 p.

2. Bepalov V.G. Pitaniye i rak. Dieticheskaya onkologicheskikh zabolevanii (Nutrition and cancer. Dietary cancer prevention). Moscow, 2008, 176 p.

*Работа поступила  
в редакцию 23.01.2017 г.*

*Принята к публикации  
26.01.2017 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Беркетова Л. В., Захарова А. Д. Канцерогенные соединения, образующиеся в пищевых продуктах под действием тепловой обработки // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №2 (15). С. 115–120. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/berketova-zakharova> (дата обращения 15.02.2017).

*Cite as (APA):*

Berketova, L., & Zakharova, A. (2017). Carcinogenic compounds formed in foods under the influence of heat treatment. *Bulletin of Science and Practice*, (2), 115–120. Available at: <http://www.bulletennauki.com/berketova-zakharova>, accessed 15.02.2017. (In Russian).