



# Воздействие антиоксидантов на организм человека

- На протяжении всей жизни в человеческом организме протекает множество химических реакций, и для каждой из них требуется энергия.
- Для получения энергии организм использует различные вещества, однако для её высвобождения, всегда требуется кислород.
- В процессе окисления органических соединений, находящихся в пище, именно он генерирует энергию.

- Кислород окисляет молекулы до активной формы, получившей название **свободные радикалы**, которые нужны организму для обмена веществ, нормального дыхания, а также уничтожения посторонних бактерий.
- К свободным радикалам относятся атомы, ионы или молекулы, имеющие один неспаренный электрон на своей внутренней орбите.
- Благодаря тому, что свободные радикалы имеют свободное место для электрона, они всегда пытаются отобрать его у других молекул, тем самым, окисляя любые соединения, с которыми входят в контакт.
- После того как радикал забирает чужой электрон, он становится неактивным.

- При этом лишенная электрона (окисленная) другая молекула вместо него моментально становится новым свободным радикалом.
- Даже инертные молекулы, которые никогда не вступали во взаимодействие с теми или иными компонентами, после такого окисления начинают проявлять себя в новых химических реакциях.
- Современные климатические условия, усиленная солнечная активность, выхлопные газы автомобилей, малейшие частицы асбестовой пыли, табачный дым, поступление в организм радионуклидов с пищей провоцируют увеличение свободных радикалов.

- В организме человека образование свободных радикалов происходит главным образом в митохондриях.
- В первую очередь они повреждают мембраны клеток, потому что последние состоят из жиров, очень слабо удерживающих электроны.
- Это приводит к тому, что мембраны утрачивают способность нормально пропускать кислород и питательные вещества в клетку, и наоборот, начинают больше пропускать токсины и болезнетворные бактерии.
- Такие клетки меньше живут, плохо работают, с трудом делятся и воспроизводят слабое и генетически поврежденное поколение.



- Затем свободные радикалы полностью разрушают структуры клеток и беспрепятственно распространяются по всему организму.
- Как следствие – организм теряет сопротивляемость к всевозможным заболеваниям, происходят нарушения работы сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, ухудшается процесс пищеварения, возникают гормональные сдвиги, диабет и онкологические заболевания.
- В первую очередь разрушительному действию свободных радикалов в организме человека подвергаются соединения с двойными связями.
- К ним относятся белки, ненасыщенные жирные кислоты, которые содержатся в составе клеточной оболочки, липиды, полисахариды, а также ДНК.

- Свободные радикалы ещё могут образовываться в таких продуктах питания как кондитерские изделия с длительным сроком годности, продукты растительного происхождения, а также мясные продукты.
- В первую очередь это относится к жирам, которые содержат в своём составе ненасыщенные жирные кислоты, легко подвергающиеся окислению.
- Перекисное окисление очень опасно, потому что осуществляется по цепному механизму, поэтому продуктами реакции являются не только свободные радикалы, но и перекиси липидов, запросто превращающиеся в новые радикалы.
- Это приводит к увеличению количества свободных радикалов, и, следовательно, к ускорению процессов окисления.

- В организме человека первоначально присутствуют собственные средства борьбы с избытком свободных радикалов.
- Тем не менее, некоторые радикалы всё-таки проскакивают сквозь антиокислительные ферменты.
- В таком случае из каждого свободного радикала образуется по три новых и еще одна органическая перекись, которая моментально диссоциирует на еще два радикала.
- В конце концов, из 1 радикала создаются 3, из 3–9, далее 27 и т.д.
- После такого штурма клетка, конечно, способна восстановиться, но затем вновь подвергнется нападению свободных радикалов.



- Частота повреждающих воздействий на клетки становится больше, чем скорость их восстановления.
- Поэтому, с увеличением количества свободных радикалов (в частности, при долговременном пребывании на солнце и инфекционных болезнях), увеличивается потребность организма в дополнительных антиоксидантах.
- С окислением свободными радикалами нужно незамедлительно бороться, иначе в организме начинаются процессы старения, увеличивается опасность онкологических заболеваний..

- Для противодействия процессам старения природа создала систему антиоксидантной защиты.
- Антиоксиданты прекращают окисление свободными радикалами, а также и восстанавливают разрушенные молекулы.
- После того, как антиоксидант передаёт свой электрон окислителю, он утрачивает свою активность.
- Для возврата своего рабочего состояния, его необходимо восстановить.
- С этой целью антиоксиданты зачастую сотрудничают в группе.
- К примеру, глутатион способствует восстановлению витамина С, а витамин С в свою очередь возвращает в рабочее состояние витамин Е.
- Антиоксидант может оставаться стабильным, так как способен перераспределять собственные электроны, поэтому ему не составит труда обезвредить свободный радикал за счёт безвозмездной передачи своего электрона.

- В растениях присутствуют достаточно активные антиоксиданты.
- К таким антиокислителям относятся биофлавоноиды или растительные полифенолы.
- Самые мощные антиокислители содержатся в растениях сурового климата.
- К ним относятся кедр, пихта, облепиха, сосна и др. Больше всего антиоксидантов присутствует в кожуре или коре растений, а также в косточках, так как именно в них содержится генетическая информация.

- Антиоксиданты могут быть природного и синтетического происхождения.
- Если вводить их в продукты питания, то благодаря их антиокислительному действию продукты смогут дольше храниться.
- Организм человека не способен создать достаточное количество антиоксидантов, чтобы обезвредить все свободные радикалы, поэтому целесообразно вводить их в ежедневный рацион питания.



- В организме имеется две системы борьбы с окислением.
- **К первичной системе** относятся антиоксиданты-ферменты (каталаза, глутатионпероксидаза, супероксиддисмутаза и т.д.), **а ко вторичной** – антиоксиданты-витамины.
- Эта система защищает организм в течение всей жизни, однако постепенно ослабевает с годами. В связи с чем возникает потребность в её поддержании и дополнении.
- **Первичная антиоксидантная защита** позволяет всем клеткам уничтожать избыток свободных радикалов.
- Ферменты способствуют превращению активного кислорода в наименее опасные радикалы и перекись водорода, которую, в свою очередь, они расщепляют на молекулярный кислород и воду.

- Не только антиоксиданты – ферменты могут блокировать окислительные реакции и восстанавливать уже окисленные молекулы, но и вещества иного происхождения.
- Неферментативными антиоксидантами (**вторичная антиоксидантная защита**) являются витамины А, К, Е, коэнзим  $Q_{10}$ , биофлавоноиды (кверцетин, рутин, цитрин, гесперидин, катехины, антоцианы), серосодержащие аминокислоты цистин и метионин, различные хелаты (комплексные соединения аминокислот с ионами минералов) и микроэлементы цинк, селен и т. д.
- Неферментативные антиоксиданты подавляют агрессивные радикалы, отбирают избыток энергии, при этом не создавая новые источники для производства свободных радикалов.

- Антиоксидантам необходимо взаимодействовать в комплексе, чтобы повысить сопротивляемость системы антиокисления.
- К примеру, глутатионпероксидазе требуется селен.
- Витамин С оберегает селен от окисления, а также способствует восстановлению витамина Е, который в свою очередь прекращает окисление липидов.
- Глутатион способствует изменению продуктов перекисного окисления липидов в наименее опасные и оберегает витамин Е, поддерживая необходимый баланс между антиокислительными веществами и свободными радикалами.

- Для того чтобы антиоксиданты замедляли старение, повышали иммунную защиту организма, нормализовали обмен веществ и предотвращали развитие опухолей нужно ежедневно и в больших количествах употреблять продукты с их высоким содержанием.
- Также степень выработки собственных антиоксидантов внутри организма у каждого человека различна.
- Клинические и экспериментальные исследования подтверждают благотворное воздействие антиоксидантов на сердечно-сосудистую систему.
- Длительное употребление всевозможных антиокислителей в профилактических целях заметно сокращает риск возникновения инсульта, инфаркта миокарда, гипертонических и ишемических болезней сердца.



● Антиоксиданты оказывают комплексное профилактическое действие на организм.

- Об этом свидетельствуют эксперименты, где у пациентов заметно улучшилось не только кровообращение в мелких сосудах сетчатки, но и разгладилась кожа, также они стали реже болеть вирусными заболеваниями.
- Антиоксиданты также помогают организму понижать уровень повреждения тканей, ускорять процесс регенерации.
- Многие антиоксиданты могут использоваться для профилактики катаракты и терапии диабета, а также для усиления сопротивляемости организма к воздействию радиации и различных вредных факторов окружающей среды.
- Употребление антиоксидантов сможет частично восстанавливать слух, зрение, память, и способность концентрировать внимание. Одним из важных проявлений действия антиоксидантов является комплексное замедление старения организма

- Для поддержания правильной работы организма и обеспечения баланса между свободными радикалами и антиоксидантами требуется их регулярное поступление.
- **Антиоксиданты также могут оказывать отрицательное действие на организм.**
- Потребление таких напитков как какао, чёрный и мятный чай, понижает усвоение железа благодаря наличию в их составе полифенолов.
- По экспериментальным данным чёрный чай замедляет всасывание железа на 78–95%. Поэтому рекомендуется воздерживаться от употребления чёрного чая во время еды.

- Необходимо учитывать, что избыточное потребление антиоксидантов может создать противоположный эффект – они катализируют свободно-радикальные реакции.
- Причина в том, что антиоксидант сам становится свободным радикалом.
- Такие радикалы не опасны для организма в малом количестве. Однако когда этот показатель превышает норму, вклад в окисление становится весомым.
- К основным источникам антиоксидантов относятся продукты питания и напитки на основе растительного сырья, включающие в себя такие биологически активные вещества как витамины, сахара, фенольные соединения, протеины, карбоновые и аминокислоты.



## Классификация и источники фитохимических веществ

Фитохимическое вещество	Категория	Подкатегория	Продукты питания
<u>Каротиноиды</u>	<u>Каротин</u>	<u>α-каротин</u>	<u>Авокадо</u> , тыква, шпинат, морковь
		<u>β-каротин</u>	<u>Красный перец</u> , абрикосы, морковь, шпинат
	<u>Ликопин</u>		Томаты, арбуз, грейпфрут
	<u>Лютеин</u>		Капуста, шпинат
<u>Полифенолы</u>	<u>Флавоноиды</u>	<u>Антоцианы</u>	Красное вино, тёмные сорта винограда, ягоды
		<u>Флавоны</u>	<u>Оливки</u> , петрушка, сельдерей
		<u>Флавонолы</u> <u>кверцетин</u> , <u>рутин</u>	Лук, чай, вино, яблоки, чеснок
		<u>Флавонолы</u> <u>катехины</u>	Яблоки, груши, вино, чай, шоколад
		<u>Флаваноны</u>	<u>Цитрусовые</u>
		<u>Изофлавоны</u>	<u>Бобовые</u>
	<u>Феноло-кислота</u>	<u>Оксибензойная кислота</u> , <u>галловая кислота</u> , <u>эллаговая кислота</u> , <u>салициловая кислота</u> , <u>кофеиновая кислота</u>	<u>Грецкие орехи</u> , вино, чай, виноград
	<u>Другие фенольные соединения</u>	<u>Капсаицин</u>	<u>Чилийский и сладкий перец</u>
		<u>Танины</u>	<u>Красное вино</u> , чай, виноград



Таблица 2 — Содержание антиоксидантов в 100 г продуктов (Oxygen Radical Absorbance Capacity – мера измерения антиоксидантной активности)

Наименование	Значение ORAC
Абрикосы свежие	1110
Авокадо	1922
Ананас свежий	385
Апельсин	2103
Арахис	3166
Арбуз	142
<u>Арония</u>	16062
Артишок сырой	6552
Бананы	795
Бasilik свежий	4805
Бasilik сушеный	61063
Баклажаны свежие	932
Бобы	799
Бразильский орех	1419
Брокколи свежая	3083
Ваниль	122400
Винный уксус	410
Вишня	3747

Виноград белый, зеленый	1018
Виноград красный	1837
Виноград черный	1746
Голубика	4669
Горох замороженный	600
Горчица	29257
Гранат свежий	4479
Грейпфрут	1548
Грецкий орех	13541
Гриб белый, свежий	691
Груша вяленая	9496
Груша сырая	2201
Земляника	4302
Какао-порошок	55653
Капуста свежая белокочанная	529
Кардамон	2764
Карри	48504
Картофель сырой (с кожурой)	1098
Кетчуп	578
Кешью	1948



Киви	862
Клюква	9090
Корица	131420
Крыжовник	3332
Кукуруза свежая	728
Изюм	4188
Имбирь свежий (корень)	5708
Лимон	1346
Лук свежий репчатый	913
Майоран свежий	27297
Малина свежая	5065
Мандарины	1627
Морковь свежая	436
Нектарин	919
Оливковое масло	372
Огурцы свежие (с кожурой)	232
Паприка	21932
Перец белый	40700
Перец красный	19671
Перец черный	34053
Перец сладкий	821

Персики вяленые	4222
Персики свежие	1922
Редис свежий	1750
Розмарин сушеный	165280
Салат свежий (листья)	1532
Свёкла	1776
Сельдерей	552
Сливы свежие	6100
Соя	962
Томаты свежие	546
Тыква сырая	483
Фисташки	7675
Фундук	9645
Хлеб цельнозерновой	2104
Чай зеленый	520
Чай черный	313
Черника	5905
Чернослив	8059
Чеснок свежий	5708
Шиповник	96150
Шпинат свежий	1513
Яблоки свежие с кожурой	2589
Яблочный уксус	564



**Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (САА) в сухих семенах и проростках (мг/100 г сухого вещества)**

<b>Культура</b>	<b>Суммарное содержание антиоксидантов</b>			<b>Отношение САА в проростках на 5-е сутки к САА в сухих семенах</b>
	<b>Сухие семена</b>	<b>Проростки на 2-е сутки</b>	<b>Проростки на 5-е сутки</b>	
Пшеница	24	69	275	11,5
Рожь	29	102	320	11.0
Овес голозерный	34	65	334	9,8
Гречиха	182	203	383	2.1
Чечевица	42	72	90	2.1
Нут	84	190	503	5.9
Кунжут черный	291	150	490	1.7
Тыква голосеменная	33	65	333	10.1
Лен	56	201	526	9.4
Амарант	10	17	200	20.0
Расторопша пятнистая	235	334	896	3.8

- К продуктам животного происхождения с высоким содержанием антиоксидантов относятся красное мясо, птица, морепродукты и молочные продукты.
- Напитками, содержащими большое количество антиокислителей, являются красное вино, какао, а также зелёный и чёрный чай.

- Антиоксиданты широко используются в пищевой промышленности.
- Процессы окисления значительно снижают качество продукции: разрушаются витамины, окисляется жир (в первую очередь ненасыщенные жирные кислоты), меняется цвет и прочность продуктов.
- Чтобы повысить сохранность продуктов, содержащих в своём составе витамины и жиры, вводят такие антиокислители как токоферолы (витамин E), бутилокситолуол, додециловый и пропиловый эфиры галловой кислоты и др.

- Антиоксиданты делятся на две группы по характеру происхождения:
- природные;
- синтетические.
- К синтетическим антиоксидантам, разрешенным к использованию в отдельных пищевых продуктах, относятся БОТ (бутилгидрокситолуол), БОА (бутилгидроксианизол), ТБГХ (трет-бутилгидрохинон) и токоферолы (витамин Е).
- Витамин Е принято считать натуральной добавкой, однако токоферол зачастую получают из ненатуральных источников.



- Использование экстрактов из растительного сырья способствует расширению ассортимента пищевых продуктов функционального назначения.
- К ним можно отнести бальзамические сиропы, молочные напитки, кисломолочные продукты и соусы, кисломолочные напитки на основе молочной сыворотки и другие.
- На сегодняшний день уже довольно-таки распространено использование антиоксидантов в мясных и молочных продуктах с целью продления срока хранения и разработки продуктов функционального назначения.
- Представляется возможным создавать продукты питания с более продолжительным периодом хранения, соблюдая при этом качественные показатели и безопасность товара.

- На предприятиях пищевой промышленности согласно действующим СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиеническим требованиям по применению пищевых добавок» допускается введение как природных (дигидроокверцетин, токоферол и т.д.), так и синтетических компонентов (эфир галловой кислоты, бутилгидроксианизол, третбутилгидрохинон), бутилгидрокситолуол).
- Антиоксиданты препятствуют потемнению фруктов и овощей во время обработки, тормозят окислительные процессы ферментов в безалкогольных напитках, вине и пиве. Предотвращая окислительную порчу, они способствуют увеличению срока годности полуфабрикатов, пищевого сырья и готовой продукции.

# Масложировая отрасль

- Для маргаринов и спредов представляется возможным использовать такие антиоксиданты как токоферолы (Е 307 – альфа, Е 308 – гамма, Е 309 – дельта), эфиры аскорбиновой кислоты (аскорбилпальмиат (Е 304) и аскорбилстеарат (Е 305), а также концентрат смеси токоферолов (Е 306).
- На сегодняшний день пристально рассматривается применение в производстве натуральных антиоксидантов, в частности экстрактов розмарина и зелёного чая.

- **Экстракт розмарина** содержит фенольные дитерпены, обладающие антиокислительными свойствами.
- В ходе экспериментов было установлено, что при введении экстракта в майонезы и дрессинги, даже спустя 25 недель хранения, перекисное число майонеза не поднялось выше допустимых значений.
- Экстракт розмарина используют в дрессингах, содержащих в своём составе специи и травы, к примеру, «1000 островов».
- В последнее время в качестве антиоксиданта особенно популярен **экстракт зеленого чая**, показавший высокую антиокислительную активность при использовании в соусах на майонезной основе и майонезах при столь низкой концентрации – 100–200 г экстракта на 1 т продукта.



# Молочная отрасль

- Молочные продукты являются комплексными системами, поэтому они заметно предрасположены к окислению, особенно это касается липидов.
- Окисление жировой составляющей молока осуществляется по цепной свободно-радикальной реакции и разделяется на два типа:
- энзиматическое окисление за счёт действия собственных ферментов;
- автоокисление благодаря влиянию света, тепла и ионов металлов переменной валентности.

- Молоко проявляет свои антиокислительные свойства благодаря содержанию в нем следующих антиоксидантов: ферментных (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, и др.) и неферментных (витамины А, Е, С, SH-соединения).
- Однако в процессе технологической обработки молока изменяются его физико-химические и биологические свойства.
- Например, липиды молока и кисломолочных продуктов при технологической обработке могут подвергаться свободнорадикальному окислению (СРО), что приводит к снижению их качества и биологической ценности.

- Так, образующиеся на начальной стадии окисления перекиси и гидроперекиси существенно не влияют на органолептические показатели молочных продуктов, но могут быть токсичны, способствуют разрушению жирорастворимых витаминов и полиненасыщенных жирных кислот.
- **Вторичные продукты окисления** (альдегиды и кетоны) придают продуктам соответствующие посторонние привкусы.
- Кроме того, потребление молочных продуктов с окисленными липидами может вызвать появление в организме патологических изменений, поэтому поиск средств защиты молочных продуктов от инициирования в них перекисного окисления важен не только для удлинения сроков хранения, но и для повышения биологической ценности продуктов.

- В молочной отрасли в качестве антиокислителей применяется аскорбиновая кислота и ее соли, соли галловой кислоты, токоферолы, лецитины синтетические антиоксиданты, однако больше всего внимания проявляется к биофлавоноиду дигидрокверцетину.
- **Дигидрокверцетин (ДКВ)** получают из древесины лиственницы Даурской или Сибирской. Экспериментально установлено, что ДКВ является безвредным и нетоксичным для человека компонентом, обладающим мощной биологической и антиокислительной активностью. ДКВ помогает укрепить сосуды, понизить скорость окисления молочного жира, а также он обладает Р-витаминной активностью. Использование ДКВ в молочной промышленности позволяет решить две задачи:



- продление срока годности продуктов благодаря антиокислительным свойствам;
- расширение продукции лечебного направления за счёт капилляропротекторной активности.
- В молочной промышленности ДКВ уже применяется в таких продуктах как йогурт, сметана, сгущенное молоко, плавленые сыры и др.
- В ходе исследований, проводимых во ВНИМИ, была подтверждена эффективность применения ДКВ с целью продления сроков хранения различных молочных продуктов.

## Сроки годности продуктов с применением ДКВ

Продукт	Срок годности без антиоксиданта	Срок годности с применением ДКВ
Йогурт	7 дней	21 день
Сухое молоко	8 месяцев	2 года
Плавленые сыры	2 месяца	4 месяца
Сметана	21 день	45 суток
Молочно-растительные продукты	1 год	3 года
Мороженое		увеличен вдвое

- С целью продления сроков годности пищевых продуктов зачастую применяют ДКВ в количестве примерно 0,02% от массы жира, что позволяет увеличивать сроки годности молочных продуктов как минимум в 2–3 раза.
- Экспериментально установлено, что он имеет бактерицидные свойствами к одним из самых опасных для человека микроорганизмам: кишечная палочка, *S.aureus*, *L.monocytogenes*.
- В филиале Московского университета технологий и управления в городе Мелеузе успешно прошли исследования по получению пастеризованного молока с ДКВ со сроком хранения до 10 дней (без внесения ДКВ молоко хранилось до 5 дней).

## По результатам проведённого исследования были сформулированы выводы:

- ДКВ не ухудшает органолептические показатели продуктов;
- применение ДКВ обеспечивает получение безопасных и качественных продуктов;
- в течение 10 дней повышение титруемой кислотности в образцах с ДКВ было менее интенсивным и находилось в пределах нормы;
- ДКВ не оказывает влияние на ход технологического процесса;
- введение ДКВ понижает интенсивность развития КМАФАнМ.



## Количество ДКВ, применяемое в молочных продуктах

Тип молочного продукта	Количество <u>вносимого</u> ДКВ
Йогурт с <u>м.д.ж.</u> 7,5 %	0,025 % на 100 г <u>продукта</u>
Йогурт, кефир, выработанные из <u>стерилизованного</u> молока с <u>м.д.ж.</u> 4 %	0,020 % от <u>массы</u> <u>жира</u>
Майонез с <u>м.д.ж.</u> до 50 %	0,250 % от массы продукта
Молоко сгущенное	0,050 кг на 100 кг продукта
<u>Плавленный</u> сыр	0,020 % от массы <u>жира</u> продукта
<u>Обогащенный</u> <u>молочный</u> <u>продукт</u>	0,010 – 0,1% от массы продукта
<u>Сгущенное</u> молоко	не более 1% от массы <u>жира</u>
Сметана с <u>м.д.ж.</u> 15 %	0,025 % на 100г <u>продукта</u>
Сливки	0,020 % от массы <u>жира</u>
Сметана, сливки, йогурт, кефир из <u>сухого</u> <u>цельного</u> <u>молока</u> с <u>м.д.ж.</u> 25 %	0,055 г на 1 кг <u>сухого</u> <u>цельного</u> <u>молока</u>
Сливочное <u>масло</u> с <u>м.д.ж.</u> 82,2 %	0,025 % на 100 г <u>продукта</u>
<u>Сухое</u> молоко	0,020 % от массы <u>жира</u>
<u>Сухое</u> молоко	0,050 % на 100г <u>продукта</u>
<u>Сухое</u> молоко с <u>м.д.ж.</u> 15 %	0,035 г на 1 кг <u>продукта</u>
<u>Сухое</u> молоко с <u>м.д.ж.</u> 20 %	0,046 г на 1 кг <u>продукта</u>
<u>Сухое</u> молоко с <u>м.д.ж.</u> 25 %	0,056 г на 1 кг <u>продукта</u>
Творожный десерт с <u>м.д.ж.</u> 5,5 %	0,025 % на 100г <u>продукта</u>
<u>Ферментированные</u> <u>молочные</u> <u>десерты</u>	0,056 % от <u>общего</u> <u>массы</u> <u>продукта</u>

- Антиокислители можно добавлять в качестве концентрированных смесей сублимационной сушки (например: брусники, свеклы и черники), в йогурты и напитки из сыворотки.
- Критерием выбора данных концентратов служит присутствие в них витаминов, флавоноидов и антоцианов, которые не разрушаются после сублимационной сушки.

- На молочном комбинате «Воронежский» была создана технология обогащённого творога с применением **комплекса пищевых волокон «СтейдМилк В-01»** и антиоксиданта **Oripanox WS («Frutaom»)** на базе душицы обыкновенной.
- Подобранный антиоксидант дешёвый, обладает хорошей сопротивляемостью к высоким температурам и антибактериальной активностью, создаёт и обеспечивает синергизм с антибактериальными компонентами, а также замедляет окисление.
- Розмариновая кислота - главный действующий компонент в используемом антиоксиданте.



- Для изучения были определены концентрации антиокислителя 0,01–0,05%, а контрольный образец оценивался без него.
- Выработка творога осуществлялась кислотным способом, причём добавление антиокислителя проводилось в потоке в нормализованную смесь.
- Получены данные, по которым при температуре 4, 6, 10 °С в образцах с применением Origanox WS не изменяются начальные характеристики консистенции, запаха, цвета и вкуса до 30 дней.
- При этом исследуемые образцы без Origanox WS утрачивают потребительские свойства спустя 10 дней.
- Оптимальное количество введения антиокислителя Origanox составляет 0,03 %.



- По результатам последних исследований, проводимых на крысах, было изучено, что ДКВ в комбинации с арабиногалактоном в составе творожной сыворотки значительно понижает уровень холестерина и глюкозы в крови.
- На кафедре прикладной биотехнологии Университета ИТМО проведены исследования по созданию десертной продукции с использованием **мякоти арбуза, которая содержит ликопин**, обладающий антиокислительными характеристиками.

- За последние годы создан ряд продуктов питания с добавлением **семян и листьев амаранта**, обладающих мощной биологической ценностью, антиокислительной и пребиотической активностью.
- Флавоноиды амаранта способны уменьшить окисление липидов, разрушение аскорбиновой кислоты, а также накопление молочной кислоты в пробиотических кисломолочных продуктах в процессе хранения.
- Один из наиболее сильных по биологическим свойствам образец зеленых листьев – это *Amaranthus cruentus*.
- Выяснено, что максимальное извлечение биологически активных компонентов из листовой части растения осуществляется при температуре экстрагирования 43 °С с выдержкой 40 мин, соотношение твердой и жидкой фаз должно быть 1:8.

# Мясная отрасль

- Животные жиры в процессе технологической переработки и во время продолжительного хранения подвержены окислению кислородом.
- В конечном счёте это ведёт к снижению пищевой ценности мяса, так как разрушаются жирорастворимые витамины и эссенциальные ПНЖК, а также возникают токсичные вещества.
- Ко всему прочему портится внешний вид и качество товара.
- Так, например, шпик приобретает жёлтый окрас, отвратительный запах и вкус, а колбасы, в которых содержатся желтоватые кусочки шпика, подвергаются браку.
- С целью предотвращения окисления липидов используют антиоксиданты.

- С увеличением дозы введения антиоксидантов в продукты повышается стойкость последних к окислению и, как следствие, увеличивается срок их хранения.
- Однако не желательно использовать слишком высокие концентрации антиоксидантов (свыше 0,02%) по технологическим и гигиеническим соображениям.
- Если вносить полифосфат в мышечную ткань при мокром посоле, то он будет больше проявлять свои противокислительные свойства, нежели если его добавлять в измельченную говядину.



- Антиокислители вводятся **либо в корм убойных животных** для того чтобы понизить процессы окисления в мясе, а не в самом корме, **либо в процессе создания мясного продукта.**
- Введение антиокислителей в корм более целесообразно, так как они равномернее распределяются в ткани мяса, нежели, если вносить их после убоя, что приводит к нарушению структуры, так как антиокислители представляется возможным добавлять лишь в переработанный продукт.
- Мощным антиокислителем животного происхождения является **хитозан**, который возможно использовать для мясных продуктов.

В качестве критерия для подбора специй к использованию в мясной промышленности используют их вкусоароматическую сочетаемость с продуктами из мяса.

- Поэтому зачастую в мясной промышленности применяются дезодорированные **маслосмолы и экстракты трав и специй**.
- Для продления срока хранения замороженных сырых колбас и котлет производители вносят в их состав дезодорированные экстракты розмарина.
- На антиокислительную активность может оказывать влияние техника введения добавки и срок хранения, потому что разные антиоксиданты проявляют свою активность на разных сроках хранения.

- На данный момент изучено достаточно много способов уменьшения окислительной порчи жиров в мясных продуктах.
- Каждый способ выбирается в зависимости от конкретных факторов, например, вида животного, типа ткани, способа обработки, класса продукта, условий и длительности хранения и т.д.
- Широко известными антиоксидантами являются **аскорбиновая кислота (Е 300) и аскорбат натрия (Е 301).**

- **Бутилксианизол** – один из первых компонентов, который стали использовать с целью снижения окисления животных топленых жиров и соленого шпика.
- **Бутилгидрокситолуол (Е 321)** применяют в жирах животного происхождения с длительным сроком годности. Также эти добавки применяются в производстве полукопченых и копченых колбас, в выработке свежемороженой, копченой, сушеной и вяленой рыбы.
- Для повышения срока действия и активности антиоксидантов зачастую их вводят в продукт не по отдельности, а в комплексе благодаря их синергетическому действию.



- Изучена противоокислительная способность некоторых трав, специй и их экстрактов, в частности экстракта розмарина, толокнянки, зверобоя, коры дуба, ДКВ и т.д.
- Учёные убеждены, что противоокислительный эффект растительных экстрактов такой же, либо мощнее, чем у синтетических антиоксидантов, например бутилгидроксианизола и бутилгидрокситолуола, и превышает активность токоферолов.

- Большинство синтетических антиоксидантов зачастую являются аллергенами, поэтому дозировки их введения в продукты строго контролируются.
- В особенности это касается, например, количества **лимонной кислоты и цитратов** в пищевых продуктах.
- К примеру, у детей с непереносимостью лактозы может возникнуть аллергическая реакция на лактат натрия.
- Превышение концентрации ортофосфорной кислоты способствует изменению кальциево-фосфорного баланса в организме, а также оказывает пагубное воздействие на желудочно-кишечный тракт.
- Фосфор способен выводить кальций из организма, вызывая рахит.

- К натуральным антиокислителям можно отнести:
- токоферолы, применяемые в составе эмульсий в количествах до 0,3%;
- аскорбиновая кислота (пределы добавления 0,01 – 0,1 %);
- пропилгаллат (в диапазоне от 0,005 до 0,02 %);
- соевое масло с большим содержанием токоферола (пределы применения 0,1 – 0,6 %);
- розмарин, кардамон, кориандр, горчица, красный перец и экстракты, полученные на их основе (дозы внесения от 0,03 до 0,2%).

- Лимонная кислота и её эфиры, натриевые и калиевые соли, а также винная кислота (в количествах 0,05 – 0,02 %) проявляют синергетические свойства.
- Подобными характеристиками обладают **моноизопропилцитрат** (0,02 % к общей массе сырья) и **фосфорная кислота** (0,01 %).
- Антиоксидантными свойствами могут обладать щелочные фосфаты.



- Для создания насыщенного цвета в пищевой промышленности применяют **аскорбиновую кислоту, изоаскорбиновую кислоту, аскорбинат, изоаскорбинат.**
- Аскорбиновая кислота и аскорбинат натрия используют для быстрого создания насыщенного цвета мяса, улучшения внешнего вида, увеличения устойчивости цвета в процессе хранения, а также уменьшения количества нитритов в конечном продукте в пределах от 22 до 38 %.
- Это антиокислители, ко всему прочему, повышают антибактериологическую активность нитрита, подавляют возникновение нитрозоаминов в продукте на 32 – 35 %.
- Дозировка введения аскорбиновой кислоты колеблется в пределах 0,02 – 0,05 % от массы сырья. Изоаскорбинат натрия оказывает подобное действие.

- Использование вышеперечисленных антиоксидантов позволяет создавать экологически безопасные готовые продукты.
- **Нитрит натрия** вносят в виде растворов в количестве, не превышающем 2,5 %; при этом в шприцовочных рассолах его концентрация колеблется от 0,02 до 0,1%.
- Нитрит натрия используется в производстве продуктов питания с целью создания нитрозопигментов, корректировки органолептических характеристик, защиты жиров от окисления и подавления развития микроорганизмов, токсигенных плесеней и синтезирования ими токсинов.

- В курином жире присутствует достаточно много эссенциальных жирных кислот: приблизительно на 80 % он состоит из олеиновой, линолевой и пальмитиновой кислот; при чём суммарное количество ненасыщенных кислот достигает 70 %.
- В ходе термической обработки такие кислоты превращаются в перекиси, карбонильные соединения, низкомолекулярные кислоты, оксикислоты и др.
- Всё это уменьшает пищевую ценность мяса.

- Антиокислители фенольной группы способствуют снижению окисления жиров даже стерилизованной продукции, так как научно доказано, что натуральные антиокислители уменьшают окисление жиров в мясе кур в процессе высокотемпературной обработки.
- Для улучшения товарных характеристик консервированного мяса птицы применяется **экстракт из плодов коричневого шиповника** или **листа чёрной смородины**, которые также обладают противooksислительными свойствами.



- Проведены исследования по применению при производстве паштетов **кедрового ореха** (до 20 % от массы смеси), источника токоферолов.
- Получены данные, подтверждающие антирадикальные свойства добавки. В то же время методом хемилюминесценции показано, что введение в состав мясного паштета селенита натрия (20 мкг/100 г продукта) не влияет на величины показателей, характеризующих процессы генерации активных кислородных метаболитов в субстрате.
- Селен является антиоксидантом непрямого действия. Активным является не сам селен, а селенопротеиды, синтезируемые в организме. По-видимому, содержащийся в паштетах селен не способен проявлять свои антиоксидантные свойства в системе *in vitro*.



.

- Из всего высказанного можно сделать вывод, что антиокислители имеют широкое применение на предприятиях пищевой отрасли.
- Их антиокислительные свойства позволяют продлевать сроки хранения, а также обогащать состав продуктов функционального назначения.

