

УДК 637.138.04 / 07

**ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
НА ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Лазарева О. Н., – аспирант
Высокогорский В. Е., – д. мед. н., профессор
Воронова Т. Д., – к. хим. н., доцент
Омский государственный аграрный университет

В настоящее время особое значение приобретает изучение антиокислительных свойств пищевых продуктов. В данной работе представлены результаты исследований окислительных свойств молока и кисломолочных продуктов без и с добавлением водных экстрактов из растительного сырья. Установлено, что при добавлении экстрактов растений к молочным продуктам их антиокислительные свойства повышаются.

Ключевые слова: ВЛИЯНИЕ ВОДНЫЙ ЭКСТРАКТ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ
ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

В связи с выявлением важнейшей роли свободнорадикальных процессов в патогенезе различных заболеваний, особое значение приобретает изучение антиокислительных свойств пищевых продуктов.

Антиоксидантная система молока и молочных продуктов представлена ферментными (каталаза, пероксидаза, пероксиддисмутаза и др.) и неферментными (витамины А, Е, С, SH-соединения, ионы металлов Zn^{2+} , Se^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+}) компонентами. Кроме того, в молоке присутствуют синергисты – вещества, которые восстанавливают антиоксиданты, такие как лимонная, винная, молочная кислоты [2, с. 264–265; 3, с. 451–453; 6, с. 14–24]. Однако количество антиоксидантов подвержено большим колебаниям, и их активность в процессе технологической переработки молока снижается [4, с. 54].

Цель данного научного исследования – выяснить возможности повышения антиокислительных свойств различных видов молока и кисломолочных продуктов при добавлении водных экстрактов из растительного сырья.

Для реализации цели исследования были поставлены следующие задачи:

1. Изучить окислительные свойства молока и кисломолочных продуктов *in vitro* на модельной системе.
2. Охарактеризовать окислительные свойства различных экстрактов из растительного сырья.
3. Исследовать антиокислительные свойства стерилизованного молока с водными экстрактами на модельной системе.
4. Исследовать антиокислительные свойства ряженки с водными экстрактами на модельной системе.
5. Оценить влияние экстрактов из растительного сырья на железоиндуцированную хемилюминесценцию ряженки.

Материалы и методы

Одним из интегральных методов для изучения окислительных свойств различных объектов является хемилюминесцентный анализ, основывающийся на регистрации свечения, сопровождающего окислительную реакцию, стационарный уровень которой регулируется антиоксидантами. Поэтому сверхслабое излучение и методы, построенные на его использовании для оценки радикальных процессов, могут дать очень ценную информацию о состоянии антиоксидантной системы.

Нами исследовано влияние различных объектов (молока, кисломолочных продуктов, водных экстрактов из растительного сырья, стерилизованного молока и ряженки с добавлением растительных экстрактов) на перекисное окисление липидов (ПОЛ) в модельной системе на хемилюминесцентном экспресс-анализаторе ХЛ-003 [5, с. 21] по модифицированной методике. Для анализа отбирали 0,2 мл исследуемых объектов и добавляли в модельную систему. Процессы ПОЛ инициировали добавлением 1 мл 50 мМ раствора сернокислого железа. В

качестве модельной системы использовали липиды, полученные из куриного желтка, содержащего липопротеиновые комплексы, сходные с липидами крови.

Хемиллюминограмма модельной системы, характеризуется следующими параметрами: спонтанным свечением, быстрой вспышкой, латентным периодом, медленной вспышкой. Интегративным параметром ХЛ является светосумма свечения, по изменению которой можно судить об окислительных свойствах объектов.

Для сравнения числовых данных двух независимых групп применяли t-критерий Стьюдента. Нулевая гипотеза отвергалась при степени значимости, соответствующей $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Изучалось изменение светосуммы хемиллюминесценции в % от контрольных значений модельной системы при добавлении молока нормализованного (массовая доля жира 2,5 %), молока пастеризованного маложирного, молока стерилизованного маложирного; ацидофилина маложирного и ряженки маложирной. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Окислительные свойства молока и кисломолочных продуктов

| Наименование продукта (n=10) | Светосумма ХЛ, % от данных модельной системы ($\bar{X} \pm t_{0,05} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$) |
|------------------------------|--|
| Молоко нормализованное | 66,66 ± 1,88 |
| Молоко пастеризованное | 74,52 ± 1,82** |
| Молоко стерилизованное | 84,21 ± 1,37*** |
| Ацидофилин | 68,37 ± 1,71 |
| Ряженка | 104,70 ± 3,25*** |

Примечание: ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$ в сравнении с нормализованным молоком.

Нормализованное, пастеризованное, стерилизованное молоко, а также ацидофилин снижают светосумму ХЛ модельной системы в различной степени. Наибольшей способностью угнетать перекисное окисление липидов обладает нормализованное молоко, наименьшей – стерилизованное. Светосумма модельной системы при добавлении пастеризованного молока на 7,86 % ($P = 0,008$), стерилизованного молока на 17,55 % ($P < 0,001$) выше, чем при добавлении нормализованного молока. Ацидофилин как и нормализованное молоко оказывает одинаковое антиоксидантное действие ($P = 0,509$). Ряженка не угнетает светосумму хемилюминесценции модельной системы.

Таким образом, различные технологические приемы обработки молока снижают антиоксидантную активность молочных продуктов. Так как в большей степени антиокислительная активность снижена в стерилизованном молоке и ряженке, то, вероятно, решающую роль в этом играет тепловая обработка. Тепловая обработка нормализованной смеси при производстве ряженки осуществляется при температуре $97 \pm 2^\circ\text{C}$ с выдержкой 3–5 часов, а при производстве стерилизованного молока при температуре 110–115 $^\circ\text{C}$ с выдержкой 5–10 мин.

Значительное снижение антиокислительных свойств в результате тепловой обработки молока побудило нас к поиску средств повышающих эти полезные качества молочных продуктов. Эту роль могут сыграть растительные экстракты.

Вначале определили антиокислительную активность различных растительных экстрактов *in vitro* в % изменения светосуммы ХЛ модельной системы. Результаты экспериментов представлены на рисунке 1.

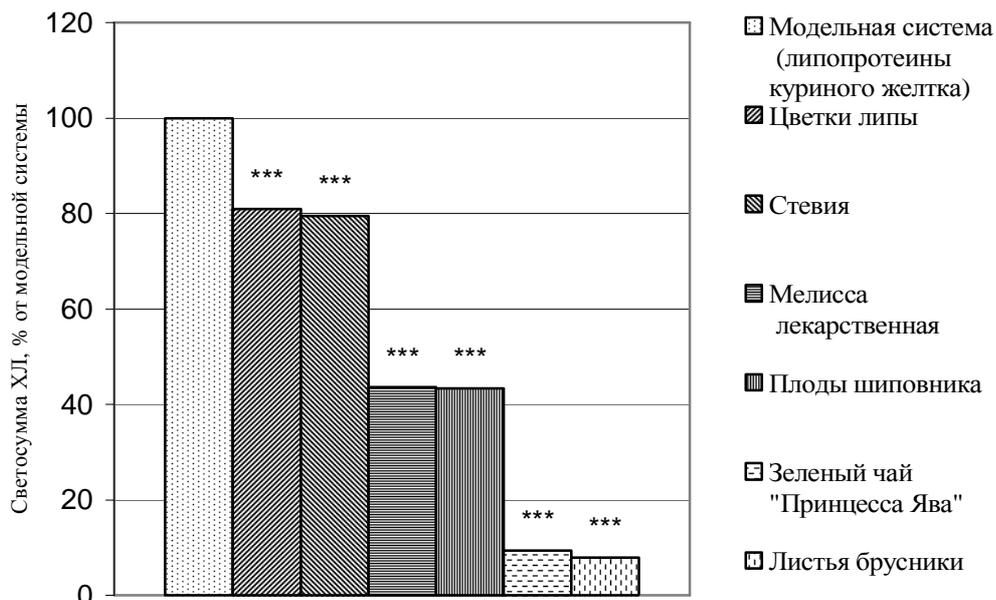


Рис. 1. Изменение светосуммы модельной системы при добавлении растительных экстрактов

Примечание: *** – $P < 0,001$ в сравнении с липопротеинами куриного желтка.

Выяснили, что наибольшей антиоксидантной активностью обладают листья брусники ($P < 0,001$), зеленый чай «Принцесса Ява» ($P < 0,001$), мелисса лекарственная ($P < 0,001$) и плоды шиповника ($P < 0,001$), так как данные экстракты наиболее сильно угнетают светосумму модельной системы. За счет наличия в растениях фенольных соединений, они обладают антиоксидантными свойствами. Например, полифенолы зеленого чая в 20–30 раз более сильные антиоксиданты, чем витамины С и Е [1, с. 40]. Экстракты, полученные из данного растительного сырья, были выбраны для внесения в стерилизованное молоко и ряженку с целью повышения их антиокислительных свойств.

Антиокислительные свойства (АОС) стерилизованного молока и ряженки с добавлением водных экстрактов из выбранного растительного сырья исследовали на той же модельной системе. Изменение светосуммы ХЛ модельной системы при добавлении стерилизованного молока с экстрактами в %% от контроля представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Антиокислительные свойства стерилизованного молока с водными экстрактами из растительного сырья

| Объект исследования (n=10) | Светосумма ХЛ, % от данных модельной системы ($\bar{X} \pm t_{0,05} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$) |
|--|--|
| Молоко стерилизованное | 84,21 ± 1,37 |
| Молоко стерилизованное + мелисса лекарственная | 54,00 ± 1,52*** |
| Молоко стерилизованное + плоды шиповника | 62,31 ± 1,78*** |
| Молоко стерилизованное + зеленый чай Принцесса «Ява» | 34,27 ± 0,87*** |
| Молоко стерилизованное + листья брусники | 32,88 ± 1,23*** |

Примечание: *** – P < 0,001 в сравнении с молоком стерилизованным.

С добавлением растительных экстрактов антиоксидантная активность стерилизованного молока значительно повышается, о чем свидетельствует снижение светосуммы хемилюминесценции стерилизованного молока с экстрактами в модельной системе. Наибольший антиокислительный эффект получен при добавлении экстрактов из листьев брусники и зеленого чая. Достоверно снижается светосумма ХЛ, но несколько в меньшей степени, при добавлении экстрактов из мелиссы лекарственной и плодов шиповника. Снижение светосуммы ХЛ стерилизованного молока с листьями брусники составляет 51,33 % (P < 0,001), с зеленым чаем – 49,94 % (P < 0,001), с мелиссой лекарственной – 30,21 % (P < 0,001), с плодами шиповника – 21,90 % (P < 0,001) по сравнению со светосуммой ХЛ стерилизованного молока без добавок.

Внесение водных экстрактов в ряженку в том же количестве, что и в стерилизованное молоко оказывает различное влияние на свободнорадикальное окисление в модельной системе. Изменение

светосуммы ХЛ модельной системы при добавлении ряженки с экстрактами в % от контроля представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Окислительные свойства ряженки с добавлением водных экстрактов из растительного сырья

| Объект исследования (n=10) | Светосумма ХЛ, % от данных модельной системы ($\bar{X} \pm t_{0,05} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$) |
|---------------------------------------|--|
| Ряженка | 104,70 ± 3,25 |
| Ряженка + мелисса лекарственная | 107,00 ± 2,23 |
| Ряженка + плоды шиповника | 112,00 ± 6,78 |
| Ряженка + зеленый чай «Принцесса Ява» | 65,66 ± 2,44*** |
| Ряженка + листья брусники | 68,04 ± 3,38*** |

Примечание: *** – P < 0,001 в сравнении с ряженкой.

Ряженка с экстрактами зеленого чая (P < 0,001) и листьев брусники (P < 0,001) обладает антиокислительной активностью, так как светосумма ХЛ модельной системы снижается, а добавление к ряженке экстрактов из мелиссы лекарственной и плодов шиповника не повышает ее антиокислительные свойства (P = 0,566 и P = 0,345 соответственно). Снижение светосуммы ХЛ ряженки с зеленым чаем составляет 39,04 % (P < 0,001), с листьями брусники – 36,66 % (P < 0,001) по сравнению со светосуммой ХЛ ряженки без добавок.

Стерилизованное молоко и ряженка – жиросодержащие системы. Липиды данных продуктов при хранении и технологической обработке подвергаются перекисному окислению. Различное влияние одинаковой дозировки растительных экстрактов на антиокислительную активность стерилизованного молока и ряженки можно объяснить высокой интенсивностью перекисного окисления липидов ряженки. Как показало

исследование Fe^{2+} -индуцированной хемилюминесценции данных молочных продуктов, параметры свечения ряженки значительно выше стерилизованного молока (таблица 4).

Таблица 4 – Параметры Fe^{2+} -индуцированной хемилюминесценции стерилизованного молока и ряженки ($\bar{X} \pm t_{0,05} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$)

| Вид продукта | Показатели хемилюминесценции | | | |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | Быстрая вспышка, усл.ед. | Максимальная светимость, усл.ед. | Тангенс угла наклона, у.е/мин | Светосумма, у.е-мин |
| Молоко стерилизованное n=12 | 3,73±0,08 | 3,78±0,10 | 2,20±0,09 | 23,58±0,65 |
| Ряженка n=8 | 28,55±1,01*** | 31,17±0,28*** | 21,96±0,99*** | 219,20±1,92*** |

Примечание: *** – $P < 0,001$ в сравнении с молоком стерилизованным.

Светосумма хемилюминесценции ряженки в 9,3 раза выше, чем стерилизованного молока. Учитывая эти данные мы решили исследовать процессы свободнорадикального окисления ряженки с добавлением водных экстрактов. Нами изучена Fe^{2+} -индуцированная хемилюминесценция ряженки с водными экстрактами из растительного сырья. Результаты ХЛ сравнивали с данными ряженки без добавок. Интенсивность ХЛ оценивали через 1 час после внесения экстрактов. Как показал анализ, светосумма хемилюминесценции ряженки с экстрактами значительно ниже, чем в ряженке без добавок. Изменение светосуммы хемилюминесценции ряженки представлено на диаграмме, изображенной на рисунке 2.

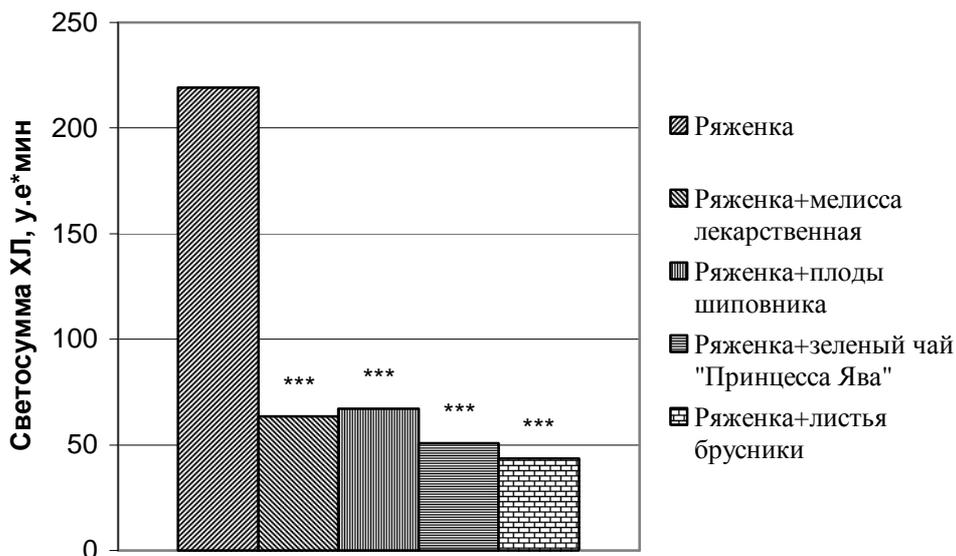


Рис. 2. Влияние водных экстрактов из растительного сырья на железоиндуцированную хемилюминесценцию ряженки

Примечание: *** – $P < 0,001$ в сравнении с ряженкой.

Добавление водных экстрактов в ряженку приводит к снижению светосуммы ХЛ. Водные экстракты из мелиссы лекарственной и плодов шиповника оказывают меньшее антиоксидантное действие на перекисное окисление липидов ряженки, чем зеленый чай и листья брусники. Светосумма ХЛ ряженки с мелиссой лекарственной в 3,5 ($P < 0,001$), плодами шиповника в 3,3 раза ($P < 0,001$) снижена, по сравнению с ряженкой без добавок. Экстракт из зеленого чая снижает светосумму хемилюминесценции ряженки в 4,3 ($P < 0,001$), а из листьев брусники в 5 раз ($P < 0,001$).

Таким образом, можно предположить, что антиоксиданты, внесенные в ряженку, прежде всего, снижают интенсивность перекисного окисления собственных липидов ряженки под влиянием Fe^{2+} , прерывая реакции автоокисления. Тот факт, что ряженка с мелиссой лекарственной и плодами шиповника не угнетает перекисное окисление липидов модельной системы, а ряженка с зеленым чаем и листьями брусники обладает

антиокислительным действием можно объяснить, во-первых, тем, что антиоксидантная активность зеленого чая и листьев брусники в 1,5 раза выше, чем Melissa лекарственной и плодов шиповника. Во-вторых, после внесения экстрактов, количество содержащихся в них антиоксидантов уменьшается, так как используется для снижения прооксидантов ряженки. Количество антиоксидантов экстрактов Melissa лекарственной и плодов шиповника недостаточно для того, чтобы ряженка с этими экстрактами проявляла антиоксидантное действие на свободнорадикальное окисление в модельной системе.

Однако антиокислительные свойства исследуемых водных экстрактов проявляются при добавлении их к ряженке и способствуют снижению интенсивности свободнорадикальных процессов в ней, а экстракты из листьев брусники и зеленого чая придают даже ряженке антиокислительные свойства.

Выводы

1. Нормализованное, пастеризованное, стерилизованное молоко, а также ацидофилин обладают различными антиоксидантными свойствами. В большей степени они выражены в нормализованном молоке и ацидофилине, в меньшей – стерилизованном молоке. Ряженка не оказывает антиокислительного действия на перекисное окисление липидов модельной системы.
2. Из исследованных водных растительных экстрактов наибольшей антиоксидантной активностью обладают зеленый чай «Принцесса Ява», листья брусники, Melissa лекарственная и плоды шиповника.

3. Наибольшее антиоксидантное действие на перекисное окисление липидов модельной системы оказывает стерилизованное молоко с добавлением экстрактов из листьев брусники и зеленого чая.
4. Ряженка с экстрактами зеленого чая и листьев брусники снижает светосумму ХЛ модельной системы, а ряженка с экстрактами из плодов шиповника и мелиссы лекарственной не проявляет антиокислительных свойств на той же модельной системе.
5. Исследованные нами экстракты из растительного сырья снижают светосумму Fe^{2+} -индуцированной ХЛ ряженки. В большей степени эти свойства выражены при добавлении экстрактов из листьев брусники и зеленого чая и, несколько, в меньшей степени при добавлении экстрактов из мелиссы лекарственной и плодов шиповника.

Литература

1. Бакулина О. Н. Растительные экстракты – идеи от природы // Пищевые ингредиенты : сырье и добавки. – 2005. - №1. – С. 40 – 43.
2. Горбатова К. К. Химия и физика молока. – СПб. : Гиорд, 2003. – 288 с.
3. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]. Под ред. А. П. Нечаева. Издание 2-е, перераб. и испр. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
4. Радаева И. А. Увеличение срока хранения молочных продуктов путем использования антиоксидантов // Молочная промышленность. – 2006. - №7 – С. 54 – 56.
5. Хемилюминесцентные методы оценки функционального состояния животных : методические рекомендации. – М. : Издательская группа «БДЦ-пресс», 2005. – 40 с.
6. Шидловская В. П. Ферменты молока / В. П. Шидловская. – М. : Агропромиздат, 1985. – 152 с.