

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАЙНЫХ НАПИТКОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ РАЗВИТИЯ СТРЕССОВЫХ РЕАКЦИЙ

Е.В. Пастушкова, С.Л. Тихонов, О.В. Чугунова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Статья посвящена доказательству предупреждения развития стрессовых реакций за счет потребления чайных напитков антиоксидантной направленности на основании экспериментального исследования интенсивности перекисного окисления липидов на трех группах белых крыс-самцов линии Wistar массой 180–200 г. Подбор компонентов чайных напитков проводился с учетом фармакологического действия, способствующего профилактике оксидативного стресса, а также имеющего общеукрепляющий (поливитаминный) эффект и обладающего высокими потребительскими свойствами. Подбор ингредиентов рецептуры чайных напитков осуществлялся на основе методов линейного программирования с учетом матрицы функциональной направленности. Показатель интенсивности ПОЛ свидетельствует о наличии ингибирующего эффекта чайного напитка с ЛТС на процессы перекисного окисления липидов. Установлено, что количество МДА в плазме крови крыс увеличилось на 27,8 % по сравнению с группой контроля. Содержание ДК-продуктов перекисидации в плазме крови крыс второй группы на 46,9 % выше при сравнении с животными интактной группы. Таким образом, введение антиоксидантов в организм крыс в виде чайного напитка стабилизирует процессы свободнорадикального окисления липидов при адаптации к стрессу. Стабилизация процессов перекисидации объясняется химическим составом чайного напитка: флавоноидов (миквелианин, кверцетин, кемпферол-3-О-глюкуроид, афцелин, лютеолин-7-гликозид, рутин, кверцитрин), органические кислоты, витамин С, микроэлементы: селен, цинк, железо. Флавоноиды усиливают активность оксиредуктазных и антиперекисных ферментов. Химические элементы – цинк, медь, железо входят в состав антиоксидантных ферментов.

Ключевые слова: чайные напитки, лекарственно-техническое сырье, антиоксидантная направленность, перекисное окисление липидов, флавоноиды, биологически активные вещества.

Основные принципы решения проблемы коррекции питания сформулированы в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». Стратегия ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. Стратегия является основой для формирования национальной системы управления качеством пищевой продукции [1, 2, 11].

«Многолетние исследования показали, что многие болезни можно предупредить, отсрочить или облегчить их течение за счет включения в рацион антагонистов – «здоровых» ингредиентов пищи. Например, сердечно-сосудистым заболеваниям противостоят антиоксиданты витамины С и Е, каротиноиды, флавоноиды, некоторые неорганические элементы, пищевые волокна. Употребление витамина С

позволяет защитить организм от рака желудка, а β-каротин – от рака легких» [4, 15].

Особенность современного развития пищевой промышленности – разработка новых продуктов питания общего и функционального назначения, способствующих улучшению и сохранению здоровья благодаря регулируемому и нормализующему их воздействию на организм человека. На фоне неблагоприятной экологической ситуации во многих регионах нашей страны большой интерес вызывает присутствие в растениях целого комплекса БАВ, в том числе – веществ-антиоксидантов – флавоноидов, дубильных веществ, витаминов и т. д. В связи с этим отмечается устойчивая тенденция повышения интереса потребителей к пищевым продуктам на основе натурального растительного сырья [11, 15].

Целью исследований является обоснование использования чайных напитков антиоксидантной направленности для предупреждения развития окислительного стресса.

Материалы и методы. На основании поставленной цели, были сформированы три группы белых крыс-самцов линии Wistar по 10 особей в каждой, массой 180–200 г. 1 группа – интактные, 2 – интактные + стресс и получавшие изотонический раствор натрия хлорида в эквивалентных объемах, 3 – экспериментальные животные, в рацион которых включали в течение 21 сут до стрессирования внутрь через зонд чайные напитки в дозе 10 мл на одно животное в виде водного раствора. Стресс моделировали плаванием по 45 мин в день на протяжении 5 дней при t воды 27–28 °C [5].

Исследовали эффективность чайных напитков в стадию резистентности (5 дней стресс-воздействия). Животных содержали в виварии Уральской государственной академии ветеринарной медицины по 10 особей в клетке при одинаковых условиях светового, пищевого и температурного режимов. Экспериментальные исследования проводили в соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих выполнение исследований по безопасности и эффективности фармакологических веществ в РФ (Приказ МЗ РФ «Об утверждении правил лабораторной практики» № 267 от 19.06.2003 г.), а также международных правил правовых и этических норм использования животных. Белые крысы получали общевиварный рацион, рекомендованный Приказом министра здравоохранения СССР №1179 от 10.10.83. После эфирного наркоза животных декапитировали с забором крови.

Кортизол в крови определяли с помощью набора готовых реагентов «Стероид – ИФА – кортизол». Активность перекисного окисления липидов оценивали по накоплению маланового диальдегида (МДА) – продукта тиобарбитуровой кислоты. Экстракцию диеновых конъюгатов (ДК) – гептан-изопропанолом. Массу внутренних органов – на электронных весах ANDEK-1200. Состояние слизистой оболочки желудка – визуально [5].

Для обработки результатов эксперимента использовались стандартные компьютерные программы Microsoft Exsel XP и Statistica 8.0 [5].

На основании результатов проведенных исследований разработаны рецептуры чайных напитков на основе растительного сырья: кипрея узколистного, зверобоя продырявленного, трава душицы, тысячелистника и др. В ка-

честве основополагающих показателей качества определены регламентируемые действующими НД и ТД показатели качества напитков, а также содержание БАВ, обуславливающих функциональное назначение [13].

Физиологическая ценность является важным слагаемым пищевой ценности чайных напитков на растительной основе, обуславливая их назначение, и определяется содержанием и составом так называемых минорных компонентов пищи – витаминов, полифенольных соединений, органических кислот и др. [13]. Стоит отметить, что лекарственно-техническое сырье, широко используемое при производстве чайных напитков, является одним из основных источников природных БАВ.

Учитывая социальную адресность разрабатываемых чайных напитков при подборе ингредиентов исключались все растения, способные в любом виде и количестве вызвать какого-либо рода проблемы при употреблении напитков широкими слоями населения.

Таким образом, в рецептуры разработанных чайных напитков включались только те растения, полезные свойства и пищевое применение которых доказано, и они рекомендованы к применению в пищевой промышленности [3, 6].

На основании анализа литературных данных и, учитывая потребность в функциональных чайных напитках, полученных на основе растительного сырья, произрастающего на Урале, нами подобраны компоненты для чайных напитков, употребление которых будет способствовать профилактике оксидативного стресса, а также имеющего общеукрепляющий (поливитаминный) эффект и обладающего высокими потребительскими свойствами. Подбор ингредиентов рецептуры чайных напитков осуществлялся на основе методов линейного программирования [3], с учетом матрицы функциональной направленности (табл. 1). [16]

В многочисленных работах отечественных и зарубежных ученых показано значение питания как важнейшего фактора определяющего здоровье человека. Фактическое питание позволяет адаптироваться человеку к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды – стрессам. Выделяют несколько видов стрессов: психоэмоциональный, температурный, вызванный большими физическими нагрузками или гиподинамией,

Таблица 1

Матрица функциональной направленности БАВ растительного сырья [6, 8]

Растение, используемая часть	Содержание БАВ в растительном сырье
Кипрей узколистный (цветки, листья, корневища)	В корневищах содержатся углеводы (крахмал мал, слизь 15 %, сахара, пектин), алкалоиды 0,1 %, дубильные вещества 3 –20 %, фенолкарбоновые кислоты (галловая кислота), флавоноиды, жирное масло, танин (до 20 мг %); стебли содержат дубильные вещества 4–6 %; цветки – следы алкалоидов, витамин С – от 19,3 до 588 мг %. В листьях накопление танинов (203,86 мг/г), для цветков – флавоноидов (82,58 мг/г) и антоцианов (2,07 мг/г); в стеблях содержание фенольных соединений наименьшее. В составе флавоноидов листьев преобладают миквелианин (33,62 мг/г) и кверцетин-3-С-(6"-галлоил) – галактозид (7,82 мг/г), цветков – афцелин (28,85мг/г) и кемпферол-3-О-глюкуронид (21,93 мг/г); основными флавоноидами стеблей являются миквелианин (6,97 мг/г) и кемпферол-3-О-глюкуронид (1,79 мг/г). Из группы флавоноидов преобладают афцелин (1,09–18,86 мг/г), миквелианин (7,91– 26,65мг/г) и кемпферол-3-О-глюкуронид (2,85– 12,34 мг/г)
Крапива двудомная (листья, стебли)	Содержит до 269 мг % витамина С, каротин и другие каротиноиды (50 мг/100 г), витамины группы В и К, муравьиную, пантотеновую и другие органические кислоты. В листьях крапивы обнаружено до 5 % хлорофилла, более 2 % дубильных веществ, железо, фитонциды, аминокислоты такие как треонин и серин находится в пределе до 43 % от суммарного содержание аминокислот, аланина 10 %, лизина 14 %, гистидина 10 %, аспарагиновой кислоты 5 %, галловая (0,004 %), кофейная (0,0057 %), хлорогеновая кислоты (0,31 %), гиперозид (0,009 %), кверцетин (0,01), лютеолина-7-гликозид (0,08 %) рутин (0,37 %), 3,4,-изорамнетина дигликозид (0,15 %), эскулетин (0,79 %)
Зверобой продырявленный (листья, стебли)	Трава содержит дубильные вещества (до 13 %) пирокатехиновой группы, эфирное масло (0,1–1,25 %), содержащее цинеол, b-ситостерин; тритерпеновые сапонины, смолистые вещества (17 %), антибиотик гиперфорин, в цветках – эфирное масло до 0,47 %. Присутствуют следы красных флюоресцирующих красящих веществ: гиперидин – 0,1–0,4 % и псевдогиперидин, флавоноиды (гиперозид, рутин, кверцетин, кверцитрин), никотиновая кислота, цериловый спирт, незначительное количество холина, каротин (до 56 мг/100 г), витамины С и РР, следы алкалоидов, фитонциды, макроэлементы (мг/г): калий – 16,8, кальций – 7,3, магний – 2,2, железо – 0,11; микроэлементы (мкг/г): марганец – 0,25, медь – 0,34, цинк – 0,71, кобальт – 0,21, молибден – 5,6, хром – 0,01, алюминий – 0,02, селен – 5,0, никель – 0,18, стронций – 0,18, кадмий – 7,2, свинец – 0,08
Шалфей лекарственный (соцветия, листья, стебли)	В соцветиях и листьях обнаружено 0,3–2,5 % эфирного масла, в который входят цинеол (до 15 %), l-a-гуйон, d-b-гуйон, d-a-пинен, сальвен, d-борнеол, d-камфора, цедрен. Кроме того, в листьях найдены алкалоиды, флавоноиды, дубильные вещества (до 4 %), урсоловая, олеановая и хлорогеновая кислоты, витамин Р, никотиновая кислота, горечи, фитонциды, уваол, парадифенол

нерациональным питанием и др. Для предупреждения возникновения стрессов используют различные фармакологические препараты, биологически активные добавки, продукты специализированного назначения и функциональной направленности. Для обоснования использования чайных напитков антиоксидантной направленности в фармакоррекции развития стресса целесообразно рассмотреть его механизм развития. Выделяют три стадии развития стресса: тревоги, резистентности и истощения. Как правило, стресс протекает в первые две стадии, в процессе которых организм адаптируется к экстремальным факторам внешней среды [4, 5, 7, 8, 11].

Стадия тревоги, или стадия мобилизации – это первая кратковременно протекающая фаза стресса, представляет собой общую мобилизацию организма для противодействия отрицательным факторам среды. При этом происходит усиленное выделение адреналина, который мобилизует энергетические ресурсы организма в форме глюкозы. Возможны кровоизлияния в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта. Продолжительность стадии тревоги от 6 до 48 часов. Значение стадии тревоги состоит в мобилизации источников энергии, которые должны обеспечить восстановление нормального состояния [6]. Очень важную роль при этом играет центральная нервная система. Она приводит в действие три системы: соматомоторную, висцеромоторную и эндокринную. К соматомоторным рефлексам относятся изменения мышечного тонуса и двигательные реакции, обеспечивающие уклонение и защиту от вредного агента. К висцеромоторным рефлексам относится активизация вегетативных центров, то есть симпатической нервной системы и блуждающего нерва. Благодаря этому изменяется тонус гладкой мускулатуры, в частности, стенок кровеносных сосудов, повышается кровяное давление, усиливается частота сердечных сокращений. Стимуляция симпатической нервной системы усиливает выделение гормонов мозгового вещества надпочечников – адреналина и норадреналина. Адреналин первым мобилизует энергетические запасы путем расщепления гликогена. Одновременно извлекаются из жировой ткани карбоновые кислоты [10, 12, 13]. Глюкоза и карбоновые кислоты являются источником энергии. Во время реакции тревоги стимулируется гипоталамус, который начинает вырабатывать анти-

диуретический гормон (АДГ), усиливающий реабсорбацию воды из почечных канальцев, что способствует сохранению объема внутренней среды в условиях развивающейся нагрузки [14]. Во время стресса повышается функциональная активность передней доли гипофиза и коры надпочечников, во много раз увеличивается секреция адренокортикотропного гормона (АКТГ). Влияние каждого гормона усиливает инкреторную деятельность коры надпочечников, благодаря чему происходит быстрое поступление кортикостероидных гормонов в кровеносное русло. Глюкокортикоиды и минералокортикоиды (их также называют адаптационными гормонами), дополняя друг друга, участвуют в организации защитной реакции [11]. Глюкокортикоиды при стрессе повышают уровень глюкозы в крови и препятствуют развитию воспалительных реакций, минералокортикоиды регулируют обмен минеральных солей и воды [11, 12, 14].

В стрессовую реакцию вовлекается и щитовидная железа, гормон которой – тироксин, тоже участвует в мобилизации энергетических ресурсов. Его секрецией управляет еще один гормон передней доли гипофиза – тиреотропин. Увеличивается также синтез и поступление в кровь третьего гипофизарного гормона – соматотропина (СТГ), принимающего участие в синтезе белков в организме. Установлено существование нескольких пусковых механизмов развития стрессового процесса. Факторы стрессового воздействия являются значимыми при включении того или иного механизма. Так, короткая и резкая нагрузка мобилизует выработку адреналина, который потом активирует гипофиз непосредственно. Если раздражители не превышают физиологической нормы, поступление АКТГ поддерживается обратной связью через кору надпочечников. Когда концентрация гормонов коры надпочечников в крови повышается, дальнейшее выделение АКТГ из гипофиза тормозится. Наоборот, понижение концентрации гормонов надпочечников является стимулом для увеличения поступления в кровь АКТГ [4].

В чрезвычайных обстоятельствах организм может стимулировать образование АКТГ и непосредственно, то есть метаболическим путем. Если стресс интенсивен и продолжителен, гипофиз активируется непосредственно продуктами метаболизма поврежденных тканей. Функция гипофиза и надпочеч-

ников может активироваться и нервными стимулами через кору больших полушарий [9].

Патологическое изменение обмена веществ, в процессе которого нарушается деятельность антиоксидантной системы называется «оксидантный стресс». Так, в клетках организма человека имеются естественные реакционно-активные формы кислорода двух различных типов, к первому относятся чрезвычайно активные низкомолекулярные радикалы с относительно коротким периодом существования – промежуточные продукты неполного восстановления молекулы кислорода (супероксидный анион-радикал, нитроксид, семиубихинон), а также молекулы кислорода в синглетном состоянии (оксид азота, пероксинитрит, гипогалогениты и др.) [7–9]. Ко второму типу относят менее деструктивные и более крупные радикалы, образующиеся при взаимодействии радикалов первого типа с биомолекулами клеток и имеющие сравнительно больший срок существования (например, гидроксильный радикал, радикалы липидов) [4, 18, 19, 21]. Известно, что механизмы стресс-реакции в стадию тревоги сопровождаются значительным усилением образования реактивных форм кислорода, имеющих важное значение при передаче сигнала через клеточную стенку, но это, в свою очередь, приводит к изменению проницаемости клеточных мембран и разрушению клеточных структур. Реакции восстановления кислорода электронами проходят по оксидазному и оксигеназному типу, повреждают клеточные структуры и образуются продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ), вызывающие нарушения гомеостаза организма и развитие цепной реакции оксидатного стресса с накоплением липидных радикалов, пероксидов и гидропероксидов, алкоксидов, и образованием нерадикальных токсичных продуктов первичного, вторичного и конечного свободнорадикального окисления, в частности диеновых конъюгатов (ДК), малонового диальдегида (МДА) и, соответственно, оснований Шиффа (ОШ). В здоровом организме процессы перекисного окисления липидов контролируются так называемой антиоксидантной системой, которая регулирует скорость и активность фосфорилирования путем связывания провоцирующих факторов или нейтрализации достаточного количества перекисей, чтобы не допустить переизбыток конечных продуктов обмена.

Продукты ПОЛ негативно сказываются на организм, ослабляют ферментативные процессы, нарушают транспорт ионов через мембрану клетки, что опосредованно может влиять на ионный состав жидкой части крови, скорость поляризации и деполяризации мембран мышечных клеток в организме [9–12, 22]. ПОЛ выступает одним из факторов развития атеросклероза. Защиту организма от окислительного стресса обеспечивает антиоксидантная система, в которой выделяют два звена: неферментативное и ферментативное звено, представленное супероксиддисмутазой, каталазой, глутатионпероксидазой и другими.

В экспериментальных и клинических наблюдениях установлено, что повышение уровня антиоксидантов путем их дополнительного введения всегда дает выраженное возрастание устойчивости организма к различным воздействиям, стимулирующим процессы ПОЛ. Происходит связывание антиоксидантами некоторых группы свободных радикалов или реакции с металлами переменной валентности, таким образом, они замещают свободные молекулы активного кислорода, не давая им связываться с усилителями ПОЛ.

В стадии резистентности, или стадии усиленного сопротивления нагрузке, происходит нормализация обмена веществ в организме, восстанавливается гомеостаз, который наступил при воздействии стрессора. Наблюдается разжижение крови, нормализуется содержание кортикостероидных гормонов. Эта стадия характеризуется повышением общей неспецифической устойчивости организма, т. е. устойчивости к другим раздражителям [11].

При адаптации организма к одному из факторов стресса наблюдается невосприимчивость по отношению к другим стрессорам – так называемая перекрестная резистентность. Известно, что бывают исключения, когда действия одного стрессора повышает чувствительность организма к действию другого – перекрестная сенсбилизация, например, повышенная адаптация [9, 12, 19, 20].

Чаще всего стрессовое состояние проходит в своем развитии только первые две стадии: тревоги и резистентности. При продолжении действия фактора стресса или в случае, если защитные силы организма не справились с воздействием сильного стрессора, адаптационные возможности в организме исчерпываются, и развивается третья, последняя фаза – истощение [11, 14].

Физиология питания

Для стадии истощения характерны дистрофические изменения в органах и тканях. В обмене преобладают процессы катаболизма, происходит распад белков и жиров в тканях и депо организма, резко снижается масса тела. Лимфоузлы гипотрофируются, в крови повышается содержание эозинофилов и лимфоцитов. Дальнейшее воздействие стрессора приводит к необратимым изменениям в обмене веществ и гибели организма [9, 15–18].

Установлено, что для ослабления развития стресс-реакции на стадии тревоги и предупреждения развития оксидантного стресса необходимо своевременное поступление в организм природных антиоксидантов, в частности, флавоноидов, витамином и микроэлементами. На основании вышеизложенного, нами разработаны чайные напитки, имеющие в составе вышеуказанные биологически активные вещества.

На рисунке представлена масса тимуса и правого надпочечника крыс-самцов контрольной и опытных групп.

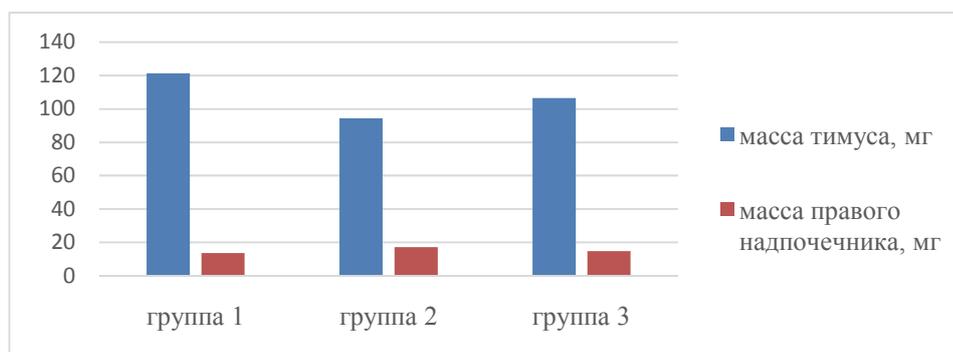
В результате стресс-реакции отмечено достоверное снижение массы тимуса во второй группе на 34,9 %, в третьей – 10,7 %. У животных второй группы достоверно увеличилась масса правого надпочечника на 47,2 %, отмечена гипертрофия коры надпочечников за

счет расширения пучковой зоны на 20,5 % при сравнении с первой группой. На фоне применения чайного напитка (животные третьей группы) патоморфологические изменения надпочечников менее выражены, что согласуется с уровнем кортизола ($58,4,4 \pm 1,4$) нмоль/мл, во второй – ($87,4 \pm 6,7$) нмоль/мл, в первой группе – ($43,9 \pm 2,5$) нмоль/мл. Отмечено, что стресс вызвал множественные кровоизлияния на слизистой оболочке желудка второй группы животных.

В табл. 2 представлено содержание ПОЛ в плазме крови крыс.

На основании интенсивности перекисного окисления липидов установлено, что содержание МДА в плазме крови крыс второй группы находилось на уровне 106,7 нмоль/мл и было достоверно выше на 53,8 % в сравнении с контролем (65,4 нмоль/мл). Показан ингибирующий эффект чайного напитка на процессы ПОЛ. Количество МДА в плазме крови крыс третьей группы составляло 86,5 нмоль/мл, что выше контроля на 27,8 %.

Содержание ДК-продуктов пероксидации в плазме крови крыс второй группы на 46,9 % выше при сравнении с животными интактной группы. Введение антиоксидантов в организм крыс в виде чайного напитка стабилизирует процессы свободнорадикального окисления



Масса правого надпочечника и тимуса у белых крыс-самцов линии Wistar

Таблица 2

Содержание ПОЛ в плазме крови крыс, нмоль/мл

Крысы-самцы линии Wistar	Малоновый диальдегид	Диеновый конъюгат
1 группа	$65,4 \pm 5,1$	$22,7 \pm 1,5$
2 группа	$106,7 \pm 6,1^{**}$	$35,3 \pm 2,3^*$
3 группа	$86,5 \pm 6,3^*$	$25,4 \pm 1,5^*$

липидов при адаптации к стрессу. Количество ДК в третьей группе было на уровне 26,3 нмоль/л, что достоверно выше контроля на 15,3 %. Стабилизация процессов перекисидации объясняется химическим составом чайного напитка: флавоноидов (миквелянин, кверцетин, кемпферол-3-О-глюкуронид, афцелин, лютеолин-7-гликозид, рутин, кверцитрин), органические кислоты, витамин С, микроэлементы: селен, цинк, железо. Флавоноиды усиливают активность оксиредуктазных и антиперекисных ферментов. Микроэлементы – цинк, медь, железо входят в состав антиоксидантных ферментов.

Таким образом, использование в рационе крыс, подверженных стресс-реакции, чайного напитка в количестве 10 мл внутрь на протяжении 21 дней до стрессирования, предупреждает развитие стресса в целом в организме, о чем свидетельствует отсутствие структурных изменений в коре надпочечников, нормализации секреторной активности глюкопродуцирующих клеток и стабилизации иммунной системы, ослабления развития цепной разветвленной реакции оксидантного стресса путем снижения накопления нерадикальных токсичных продуктов первичного и вторичного свободно радикального окисления: диеновых конъюгатов, малонового диальдегида.

В заключение следует отметить, что изучение эффективности природных антиоксидантов ЛТС в различных композициях чайных напитков позволило установить, что динамика антиоксидантной активности достигается не только за счет инактивации АКМ, но и благодаря способности оказывать эффект имитации на ряд ферментов антиоксидантной защиты и усиливать защитно-адаптационный потенциал крыс, наблюдается выраженное возрастание устойчивости организма к различным воздействиям, стимулирующим процессы ПОЛ. Высокий антиоксидантный потенциал и доступность источников природных антиоксидантов делают возможным моделирование и производство чайных напитков, направленных на усиление защитных функции организма человека, повышение его сопротивляемости к действию неблагоприятных факторов внешней среды.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой

продукции в Российской Федерации до 2030 года».

2. Стратегия Социально-экономического развития Свердловской области на период до 2030 года – Екатеринбург – 2014 – С. 1–144.

3. Бушуева, Г.Р. Кипрей узколистный – перспективный источник биологически активных соединений / Г.Р. Бушуева, А.В. Сыроешкин, Т.В. Максимова, А.В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2016. – № 17 (2) – С. 15–23.

4. Гунина, Л.А. Окислительный стресс и адаптация: метаболические аспекты влияния физических нагрузок / Л.А. Гунник // Наука в олимпийском спорте. – 2013. – № 4. – С. 19–25.

5. Магомедов, А.М. Лекарственные растения Дагестана и их применение в медицине: Учебное пособие / А.М. Магомедов, Р.А. Муртазалиев. – Махачкала: АЛЕФ, 2012. – 168 с.

6. Малишевский, А.А. Влияние биологически активной добавки «Эрамин» на организм стрессированных белых крыс / А.А. Малишевский, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 2 (313). – С. 43–48.

7. Павлов, С.Е. Адаптация / С.Е. Павлов. – М.: Паруса, 2000. – 282 с.

8. Пастушкова, Е.В. Применение методов линейного программирования в разработке продуктов антиоксидантной направленности / Е.В. Пастушкова, О.В. Чугунова, Н.В. Лейберова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – <http://www.science-education.ru/121-17917> (дата обращения: 18.03.2015).

9. Пиенникова, М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии / М.Г. Пиенникова // Патол. физиология и эксперим. терапия. – 2000. – № 3. – С. 20–26.

10. Попов, С.В. Механизмы поведения млекопитающих: роль стресса и неопределенности среды: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / С.В. Попов. – М., 2011. – 46 с.

11. Солонин, А.В. Эффективность использования новых биологически активных добавок для коррекции технологических стрессов при выращивании бычков на мясо: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / 06.02.02 / А.В. Степанов. – Волгоград, 2009. – 112 с.

12. Степанов, А.В. Влияние транспортного стресса у бычков черно-пестрой породы разной стрессоустойчивости на качество говядины: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / А.В. Степанов. – Троицк, 2007. – 123 с.

13. Сурай, П. *Современные методы борьбы со стрессами в птицеводстве: от антиоксидантов к витагенам* / П. Сурай, В.И. Фисинин // *Сельскохозяйственная биология*. – 2012. – № 4. – С. 3–13.

14. Тихонов, С.Л. *Экспериментальное обоснование и практическое использование оптического излучения и биологически активных добавок для улучшения качественных характеристик мяса и мясопродуктов при стрессе убойных животных: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15* / С.Л. Тихонов. – Кемерово, 2009. – 284 с.

15. Школьникова, М.Н. *Методологические аспекты формирования и оценки качества многокомпонентных напитков на основе растительного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15* / М.Н. Школьникова. – Кемерово, 2012. – 396 с.

16. *Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens* / М.М. Mashaly, G.L. Hendricks, М.А. Kalama et al. // *Poult. Sci.* – 2004. – № 83. – P. 889–894.

17. Holst, D. von. *The concept of stress and its relevance for animal behavior* / D. von. Holst

// *Adv. Study Behav.* – 1998. – № 27. – P. 1–131.

18. *The small heat shock proteins family: The long forgotten chaperones* / С. Garrido, С. Paul, R. Seigneuric, H.H. Kampinga // *J. Biochem. Cell. Biol.* – 2012. – Vol. 44, iss. 10. – P. 1588–1592.

19. *Protein glutathionylation in the regulation of peroxiredoxins: a family of thiol-specific peroxidases that function as antioxidants, molecular chaperones, and signal modulators* / H.Z. Chae, H. Oubrahim, J.W. Park, S.G. Rhee, P.B. Chock // *Antioxid Redox Signal.* – 2012 – № 16 (6). – P. 506–523.

20. *Kriegenburg F. Molecular chaperones in targeting misfolded proteins for ubiquitin-dependent degradation* / F. Kriegenburg, L. Ellgaard, R. Hartmann-Petersen // *FEBS J.* – 2012. – Vol. 279 (4). – P. 532–542.

21. *Benyair, R. Protein quality control, retention, and degradation at the endoplasmic reticulum* / R. Benyair, E. Ron, G.Z. Lederkremer // *Int. Rev. Cell. Mol. Biol.* – 2011. – Vol. 292. – P. 197–280.

22. *Webster, J. Management and Welfare of Farm Animals* / J. Webster – *The Ufaw Farm Handbook* John Wiley & Sons, 2011. – 616 p.

Пастушкова Екатерина Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), pas-ekaterina@yandex.ru

Тихонов Сергей Леонидович, заведующий кафедрой пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), tihonov75@bk.ru

Чугунова Ольга Викторовна, доктор технических наук, зав. кафедрой технологии питания и сервиса, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), fecla@el.ru

Поступила в редакцию 14 сентября 2017 г.

THE USE OF ANTIOXIDANT TEA BEVERAGES TO PREVENT DEVELOPMENT OF STRESS REACTIONS

E.V. Pastushkova, S.L. Tikhonov, V.O. Chugunova

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation

The article is devoted to the proof of preventing the development of stress reactions due to consumption of antioxidant tea beverages, on the basis of experimental research of the intensity of lipid peroxidation in three groups of albino male rats of Wistar line weighing 180–200 g. Components of tea drinks were selected as per their pharmacological action, contributing to prevention of oxidative stress, as well as having a tonic (multivitamin) effect and high consumer properties. Ingredients for the formulation of tea drinks were selected using methods of linear programming, including functional orientation matrix. Intensity index of lipid peroxidation indicates the presence of inhibitory effects of tea drinks medicinal-technical raw materials on the processes of lipid peroxidation. It was revealed that the amount of MDA in the blood plasma of rats increased by 27.8 % as compared to the control group. The content of diethenoid-conjugates products of peroxidation in blood plasma of rats of the second group was 46.9 % higher when compared to the intact group of animals. Thus, introduction of antioxidants in the organisms of rats in the form of tea stabilizes the free-radicals oxidation of lipids during adaptation to stress. Stabilization of the processes of peroxidation can be explained by the chemical composition of the tea beverage: flavonoids (miqueliana, quercetin, kaempferol-3-O-glucuronide, afcelin, luteolin-7-glycoside, rutin, quercetin), organic acids, vitamin C; trace elements: selenium, zinc, iron. Flavonoids enhance the activity oxireductases and anti-peroxide enzymes. Trace elements – zinc, copper, iron are part of antioxidant enzymes.

Keywords: tea beverages, medicinal-technical raw materials, antioxidant, focus, lipid peroxidation, flavonoids, bioactive substances.

References

1. *Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 29.06.2016 N 1364-r «Ob utverzhdenii Strategii povysheniya kachestva pishchevoy produktsii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda»* [Decree No. 1364-p by the Russian Federation Government “On Approval of the Strategy of Improving Quality of Food Products in the Russian Federation till 2030” as of 29.06.2016].
2. *Strategiya Sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sverdlovskoy oblasti na period do 2030 goda* [Strategy of Social and Economic Development of the Sverdlovsk Region for the Period till 2030]. Ekaterinburg, 2014, pp. 1–144.
3. Bushueva G.R., Syroeshkin A.V., Maksimova T.V., Skal'nyy A.V. [Bay Willow as a Promising Source of Bioactive Compounds]. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine], 2016, no. 17 (2), pp. 15–23. (in Russ.)
4. Gunina L.A. [Oxidative Stress and Adaptation to It: Metabolic Aspects of Effect from Physical Exercise]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in Olympic Sports], 2013, no. 4, pp. 19–25. (in Russ.)
5. Magomedov A.M., Murtazaliev R.A. *Lekarstvennye rasteniya Dagestana i ikh primenenie v meditsine* [Medicinal Herbs of Dagestan and Their Use in Medicine]. Makhachkala, 2012. 168 p.
6. Malishevskiy A.A., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V. Effect of “Eramin” Nutritional Supplement on Bodies of White Rats under Stress]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and Merchandizing of Innovative Food Products], 2015, no. 2(313), pp. 43–48. (in Russ.)
7. Pavlov S. E. *Adaptatsiya* [Adaptation]. Moscow, 2000. 282 p.
8. Pastushkova E.V., Chugunova O.V., Leyberova N.V. [Using Methods of Linear Programming for Development of Antioxidant Products]. // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Contemporary Problems of Science and Education], 2015, no. 1. Available at: <http://www.science-education.ru/121-17917> (accessed: 18.03.2015).

9. Pshennikova M.G. [Stress Phenomenon. Emotional Stress and Its Role in Pathology]. *Patol. fiziologiya i eksperim. terapiya* [Pathological Physiology and Experimental Therapy], 2000, no. 3, pp. 20–26. (in Russ.)
10. Popov S.V. *Mekhanizmy povedeniya mlekopitayushchikh: rol' stressa i neopredelenno-sti sredy* [Mechanisms of Behaviour of Mammals: Role of Stress and Environmental Uncertainty]. Abstract of a Thesis by the Doctor of Sciences (Biology). Moscow, 2011. 46 p.
11. Solonin A.V. *Effektivnost' ispol'zovaniya novykh biologicheskikh aktivnykh dobavok dlya korrektsii tekhnologicheskikh stressov pri vyrashchivanii bychkov na myaso* [Efficiency of Using New Nutritional Supplements for Correction of Technology Stress When Raising Bullocks for Meat]. Thesis by the Candidate of Sciences (Agriculture). Volgograd, 2009. 112 p.
12. Stepanov A.V. *Vliyanie transportnogo stressa u bychkov cherno-pestroy porody raznoy stressoustoychivosti na kachestvo govyadiniy* [Effects of Transport Stress in Black-and-White Bullocks of Various Stress Resistance on Beef Quality]. Thesis by the Candidate of Sciences (Agriculture). Troitsk, 2007. 123 p.
13. Suray P., Fisinin V.I. [Modern Methods of Fighting Stress in Poultry Farming: from Antioxidants to Vitagenes]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2012, no. 4, pp. 3–13. (in Russ.)
14. Tikhonov S.L. *Eksperimental'noe obosnovanie i prakticheskoe ispol'zovanie opti-cheskogo izlucheniya i biologicheskikh aktivnykh dobavok dlya uluchsheniya kachestvennykh kharakte-ristik myasa i myasoproduktov pri stresse uboynykh zhivotnykh* [Experimental Substantiation and Practical Use of Optical Radiation and Nutritional Supplements for Improving of Quality Characteristics of Meat and Meat Products in Case of Stress in Meat-producing Animals]. Thesis by the Doctor of Sciences (Engineering). Kemerovo, 2009. 284 p.
15. Shkol'nikova M.N. *Metodologicheskie aspekty formirovaniya i otsenki kachestva mnogokomponentnykh napitkov na osnove rastitel'nogo syr'ya* [Methodological Aspects of Forming and Assessing Quality of Herbal Multi-component Beverages]. Thesis by the Doctor of Sciences (Engineering). Kemerovo, 2012. 396 p.
16. Mashaly M.M., Hendricks G.L., Kalama M.A., Gehad A.E., Abbas A.O., Patterson P.H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poult. Sci.*, 2004, no. 83, pp. 889–894. DOI: 10.1093/ps/83.6.889
17. Holst D. von. The concept of stress and its relevance for animal behavior. *Adv. Study Behav.*, 1998, no. 27, pp. 1–131. DOI: 10.1016/S0065-3454(08)60362-9
18. Garrido C., Paul C., Seigneuric R., Kampinga H.H. The small heat shock proteins family: The long forgotten chaperones. *J. Biochem. Cell. Biol.*, 2012, vol. 44, iss. 10, pp. 1588–1592. DOI: 10.1016/j.biocel.2012.02.022
19. Chae H.Z., Oubrahim H., Park J.W., Rhee S.G., Chock P.B. Protein glutathionylation in the regulation of peroxiredoxins: a family of thiol-specific peroxidases that function as antioxidants, molecular chaperones, and signal modulators. *Antioxid Redox Signal*, 2012, no. 16 (6), pp. 506–523. DOI: 10.1089/ars.2011.4260
20. Kriegenburg F., Ellgaard L., Hartmann-Petersen R. Molecular chaperones in targeting misfolded proteins for ubiquitin-dependent degradation. *FEBS J*, 2012, vol. 279 (4), pp. 532–542. DOI: 10.1111/j.1742-4658.2011.08456.x
21. Benyair R., Ron E., Lederkremer G.Z. Protein quality control, retention, and degradation at the endoplasmic reticulum. *Int. Rev. Cell. Mol. Biol.*, 2011, vol. 292, pp. 197–280. DOI: 10.1016/B978-0-12-386033-0.00005-0
22. Webster J. *Management and Welfare of Farm Animals*. The Ufaw Farm Handbook John Wiley & Sons, 2011. 616 p.

Ekaterina V. Pastushkova. Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Department of Merchandizing and Expert Review, Ural State University of Economics (Yekaterinburg), pas-ekaterina@yandex.ru

Sergey L. Tikhonov. Head of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics (Yekaterinburg), tihonov75@bk.ru

Olga V. Chugunova. Doctor of Sciences (Engineering), Head of the Department of Technologies of Catering and Service, Ural State University of Economics (Yekaterinburg), fecla@e1.ru

Received 14 September 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Пастушкова, Е.В. Использование чайных напитков антиоксидантной направленности для предупреждения развития стрессовых реакций / Е.В. Пастушкова, С.Л. Тихонов, О.В. Чугунова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 4. – С. 93–103. DOI: 10.14529/food170412

FOR CITATION

Pastushkova E.V., Tikhonov S.L., Chugunova V.O. The Use of Antioxidant Tea Beverages to Prevent Development of Stress Reactions. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 4, pp. 93–103. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170412
