УДК 663.95:581.19

С. Н. АФОНИНА, Е. Н. ЛЕБЕДЕВА, Н. П. СЕТКО

БИОХИМИЯ КОМПОНЕНТОВ ЧАЯ И ОСОБЕННОСТИ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ (ОБЗОР)

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России

S. N. AFONINA, E. N. LEBEDEVA, N. P. SETKO

BIOCHEMISTRY OF THE COMPONENTS OF TEA AND ESPECIALLY ITS BIOLOGICAL EFFECT ON THE ORGANISM (REVIEW)

FGBOU VO «Orenburg State Medical University» of the Ministry of Health of Russia

В обзоре представлены данные о химическом составе, строении и свойствах основных химических компонентов чая. Обобщены имеющиеся сведения о биологической активности, в том числе и об антиоксидантных свойствах химических веществ чая; охарактеризованы основные показатели, которые влияют на качество чая. Представлены данные о действии основных компонентов чая на организм здорового человека и при патологии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЧАЙ, АЛКАЛОИДЫ, ФЛАВОНОИДЫ, ФЕРМЕНТЫ, АНТИОКСИДАНТЫ.

The survey provides data on the chemical composition, structure and properties of the main chemical components of tea. The available information on the biological activity, including an anti-oxidant properties of tea chemicals, characterized by major indicators that affect the quality of tea. The data on the effect of the main components of tea on human health and in pathology.

KEY WORDS: TEA, ALKALOIDS, FLAVONOIDS, ENZYMES, ANTIOXIDANTS.

Чай (Camellia sinensis L.) – очень разнообразное по своему химическому составу растение, содержащее более 2000 химических компонентов. Следует иметь в виду, что химический состав свежесорванного зеленого чайного листа и сухого чая, полученного из этого листа, неодинаков. Сухой чай имеет более сложный, химический состав, который формируется в процессе его переработки [2]. Учитывая, что в организм человека чай поступает в виде чайного напитка, большое значение имеет химический состав настоя чая.

Чай изучают на протяжении многих веков, а исследование химического состава чая проводится учеными по меньшей мере более 150 лет. Только за последние десятилетия стало возможным получить сравнительно полное представление о том, какие химические вещества входят в состав чая. Еще в конце XIX века считали, что чай состоит из 4–5 основных веществ, однако в настоящее время в чае насчитывают десятки одних лишь крупных групп веществ, каждая из которых включает множество сложных и простых элементов. Общее число входящих в чай химических веществ и соединений пока еще невозможно подсчитать. Еще 15 лет назад их насчитывалось около 130, а в настоящее время обнаружено уже около 300, причем 260 из них удалось идентифицировать, определив их строение [13]. Чай состоит из 30–50% экстрактивных веществ: зеленые чаи содержат их больше – 40–50%, а черные – меньше 30–45% [12]. Большинство растворимых веществ чая давно известны. Это, прежде всего, дубильные вещества, эфирные масла, алкалоиды, аминокислоты, пигменты, витамины, смолистые вещества и органические кислоты.

Интерес к химическому составу чая в настоящее время вызван в первую очередь тем, что

Сетко Нина Павловна – д. м. н., профессор, заведующая кафедрой гигиены и эпидемиологии; тел. (3532) 40-35-64; e-mail: nina.setko@gmail.com

Лебедева Елена Николаевна – к. б. н., доцент, и. о. завкафедрой биохимии; тел. 8 (3532) 77-48-67; e-mail: k_bicha@orgma.ru

Афонина Светлана Николаевна – к. б. н., доцент кафедры биохимии; тел. 8 (3532) 77-48-67; e-mail: k_bicha@orgma.ru

многие вещества, содержащиеся в чае, проявляют биологическую активность и могут быть использованы для профилактики различных заболеваний.

Чай (Camellia sinensis L.) относится к семейству чайных растений (Camelliaceae), насчитывающему более 45 разновидностей. Из них лишь два вида имеют значение для культивирования – субтропический китайский и тропический индийский [47]. На их основе выведены различные селекционные сорта, в частности высокосортные грузинские. Качество, цвет, аромат и другие свойства чая зависят от особенностей биохимических процессов переработки сырья в условиях чайного производства. Ведущая роль в обработке сырья отводится интенсивности окислительных процессов, благодаря которым из одного и того же сырья получаются разные виды чая: красный, зеленый, желтый, кирпичный и др. Ежегодно производится более 500 тыс. т чая. Основные производители чая – Китай, Индия, Кения, Цейлон, Турция, Индонезия, Вьетнам. Объем потребления чая – 3360 тыс. т в год. Основные потребители чая – Индия, Китай, Россия, Япония, Пакистан, Англия, США. Больше всего производится черного чая – 70%, зеленого – 25%, на прочие сорта чая приходится 5% [21].

Несмотря на многовековую историю изучения чая и повсеместное его употребление, химический состав чая до конца не изучен, а существующие данные подчас бывают противоречивы. Согласно данным В. А. Куркина, в чайном листе выделяют три основных группы фитохимических веществ [9].

1. Алкалоиды группы пурина – кофеин, теофиллин, теобромин.

2. Флавоноиды, среди которых наиболее значимыми являются катехин, эпикакатехин, галлокатехин, эпигаллокатехин и др.

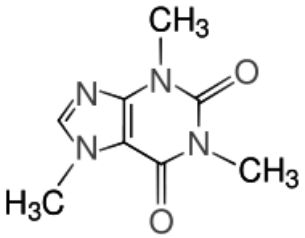
3. Дубильные вещества, среди которых преобладают димеры катехина.

Алкалоиды

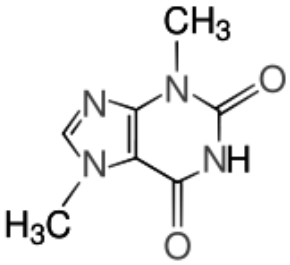
Алкалоиды – это азотсодержащие гетероциклические соединения, обладающие высокой функциональной активностью. К алкалоидам чая относятся три основных соединения: кофеин, теобромин и теофиллин. В чае кофеина содержится больше, чем в кофе или какао, но оказываемый им эффект более мягкий [94]. Это обусловлено тем, что кофеин в чае связан с танином и образует теин или таннат кофеина [27]. Теин придает чаю горечь и оказывает тонизирующее действие на организм, улучшает умственную работоспособность, повышает активность, стимулирует работу сердечно-сосудистой и центральной нервной системы [25]. Кофеин в чистом виде представляет собой бесцветное, не имеющее запаха, но горькое на вкус вещество. Он принадлежит к тем веществам, состав и количество которых практически не изменяется при переработке. Различные сорта чая содержат разный процент кофеина. Содержание его в чае в среднем колеблется от 1% до 4% – практически в два раза больше, чем в кофе [58]. Считается, что в стакане крепкого чая (две чайные ложки заварки на 200 мл) содержится от 0,02 до 0,1 г кофеина. Будучи связанным с танином, кофеин выводится быстрее из организма, чем чистый алкалоид, что исключает опасность отравления кофеином при частом употреблении чая. В элитных сортах чая его больше, меньше в молодых листочках, зеленом чае. Вместе с тем существуют данные о том, что теин, образуясь в чайных листах в процессе роста и развития растений, в больших количествах содержится в качественных сортах зеленого чая молодого сбора [21]. По количеству кофеина в чаях, произведенных из одного чайного листа, но ферментированных в разной степени, чаи находятся в такой последовательности: черный чай > оолонг > зеленый чай > свежие листья чая. Самые крепкие чаи содержат до 5% кофеина. Вместе с тем существует мнение, что кофеин не определяет крепость чая [37]. Например, в цейлонском чае кофеина содержится значительно меньше, чем в китайских чаях, считающихся менее крепкими.

Кроме теина чай содержит незначительные количества других алкалоидов, например теобромин и теофиллин, которые обладают сосудорасширяющим и мочегонным действиями и применяются в медицине для лечения сердечно-сосудистых и почечных заболеваний, являясь компонентами таких препаратов, как эуфиллин, диуретин, кофальгин, теальбин, тесальбен и др. [31, 32]. Теофиллин стимулирует дыхательные функции,

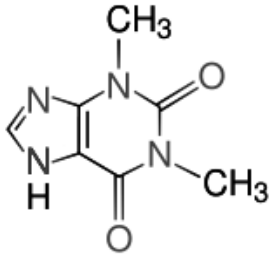
поэтому его используют для лечения астмы [83]. На долю теофиллина и теобромина приходится 0,5% от веса сухого чайного листа.



кофеин



теобромин



теофиллин

Рисунок 1 – Алкалоиды

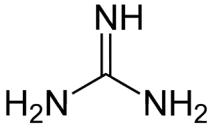
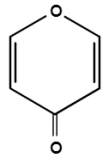


Рисунок 2 – Гуанидин

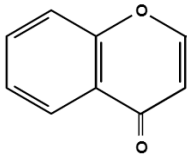
Однако кроме полезных алкалоидов, чай содержит вредный алкалоид гуанин (пуриновое основание), который может выйти в настой при длительном подогревании или длительном стоянии заваренного чая [34]. Длительное время полагали, что именно он оказывает токсическое действие на нервную систему. Китайцы не зря утверждали, что перестоявший чай подобен яду. С другой стороны, русский лагерно-народный напиток «чифирь» есть ни что иное, как наркотизация кофеином плюс гуанином.

Но впоследствии оказалось, что сам по себе гуанин не вреден. Вреден **гуанидин**, который является токсичным соединением и может образовываться при деструкции пуриновых оснований, содержащихся в чае (аденина, гуанина, кофеина и др.) [49, 50].

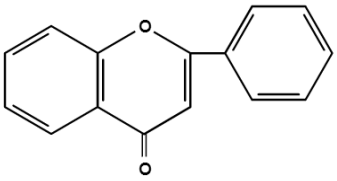
Флавоноиды чая – это фенольные соединения желтого цвета или бесцветные, имеющие в основе структуры скелет, состоящий из двух бензольных колец (А и В), соединенных между собой трехуглеродной цепочкой (пропановый мостик). Посредством пропанового мостика в большинстве флавоноидов образуется гетероцикл, являющийся производным γ-пирона [42].



γ-пирон



бензо-γ-пирон



флавон

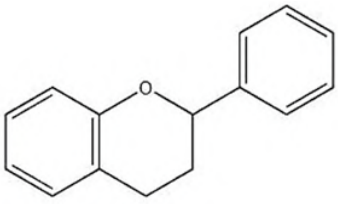
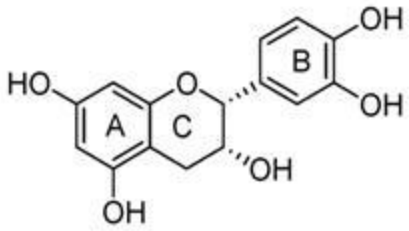


Рисунок 3 – Общий план структуры флавоноидов

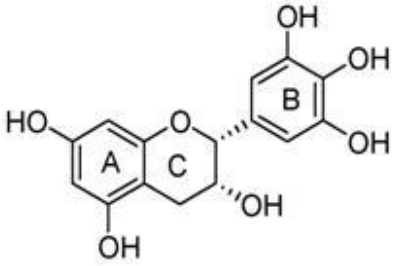
Значительные количества флавоноидов можно рассматривать как производные 2-фенилхромана (флавана) или 2-метилхромона (флавона) [26]. Флавоноидные соединения чая на протяжении последних 30 лет интенсивно

изучались в лабораториях многих стран. Результатом этой большой работы стало установление химической структуры примерно у 6500 флавоноидов, содержащихся не только в чае, но и в других растениях [41]. Современная классификация флавоноидов основана на степени окисления трехуглеродного фрагмента, положении бокового фенильного радикала, величине гетероцикла и других признаках. Выделяют 10 основных классов флавоноидов: катехины, лейкоантоцианидины, антоцианидины, флавононы, флавонолы, флавоны, изофлавоноиды, бифлавоноиды, неофлавоноиды, ауроны [66]. В чае содержатся такие представители флавоноидов, как катехины, лейкоантоцианы, флавононы, антоцианы, флавоны, флавонолы и др. [72]. В чайных листьях флавоноиды присутствуют как в свободном состоянии, так и в виде гликозидов [80]. Качество и полезные свойства чая, как напитка, зависят от концентрации флавоноидов и их производных – сложных эфиров галловой кислоты [35, 79]. Основной полифенол чая – катехин [1].

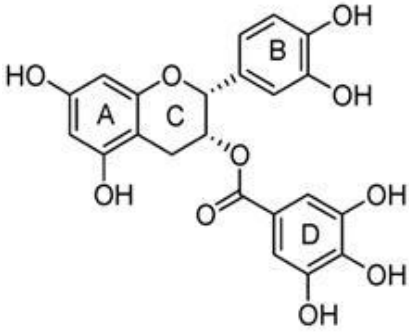
Катехины – самые полезные компоненты чая, особенно зеленого [3]. Это восстановленные формы флавоноидов, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, которые могут быстро окисляться и подвергаться полимеризации [96]. Чем больше в сухом чае полифенолов, тем выше качество настоя, тем лучше цвет, терпкость и аромат напитка [4]. В чае присутствует 8 катехинов, из них в наибольшем количестве содержатся галлокатехин, эпигаллокатехин, эпигаллокатехингаллат [71, 90]. Это водорастворимые бесцветные вещества, которые легко окисляются, особенно в щелочной среде, и вступают в реакции конденсации, образуя сложные соединения, относящиеся к дубильным веществам [53]. В отличие от других флавоноидов катехины гликозилированных форм, как правило, не образуют. Катехины чайного листа обеспечивают наиболее полезные свойства чая [16]. Они снижают хрупкость и проницаемость капилляров, нормализуют тканевое дыхание, предотвращают развитие атеросклероза [11]. Кроме того, катехины чая являются мощными антиоксидантами, нейтрализующими свободные радикалы [45, 81]. Полифенолы способствуют связыванию различных ядовитых веществ и выведению их из организма, оказывают вяжущее и бактериостатическое действие [8]. На их долю приходится 20–30% сухого вещества чая. Важно иметь в виду, что содержание катехинов в сухом чае не изменяется даже при хранении более 3 лет [91]. Катехины принимают активное участие в обмене сложных белков, влияют на активность ферментов, в частности фермента теломеразы, который обеспечивает регуляцию процессов деления клеток [23, 30]. Эпигаллокатехингаллат зеленого чая повышает активность ключевых ферментов остеогенеза, увеличивает минерализацию костной ткани, блокирует активность остеокластов [65]. Он эффективен при сепсисе и ревматоидном артрите [90]. При изучении катехинов чая установили, что доза катехинов, эквивалентная полученной при употреблении 7–8 чашек зеленого чая в день, выпитых в три приема, тормозит развитие опухолей [24, 40, 75, 76]. Исследования, проведенные в лаборатории молекулярной биофизики физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, показали, что катехины защищают генетический аппарат клетки от поражающего действия ионизирующего излучения [18]. Они тормозят развитие таких заболеваний, как болезнь Альцгеймера и Паркинсона. Как известно, эти заболевания на молекулярном уровне обусловлены появлением в клетках амилоидных структур, фибриллообразных агрегатов белков, на основании этого данные заболевания относят к прионовым болезням. До настоящего времени этиология и патогенез подобных заболеваний не установлены и эта проблема является одной из важных проблем молекулярной биологии. В США запатентован способ терапевтического использования экстрактов зеленого чая для лечения таких заболеваний. По суммарному содержанию катехинов и количеству эпигаллокатехингаллатов различные чаи располагаются в следующем порядке: зеленый чай > оолонг > черный чай > пуэр.



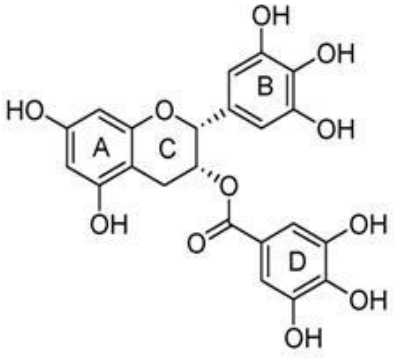
1



2

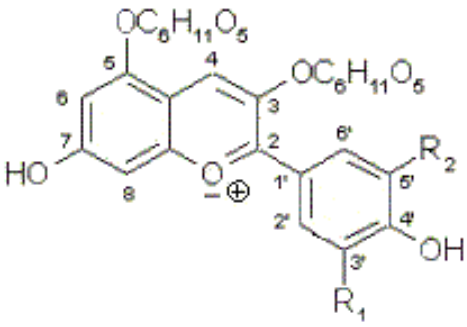


3

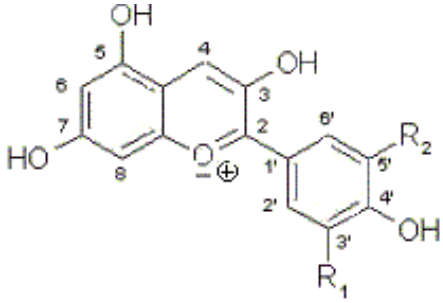


4

Рисунок 4 – Основные катехины чая: 1 – эпикатехин, 2 – эпигаллокатехин, 3 – эпикатехин-3-галлат, 4 – эпигаллокатехин-3-галлат



антоциан



антоцианидин

Рисунок 5 – Лейкоантоцианидины

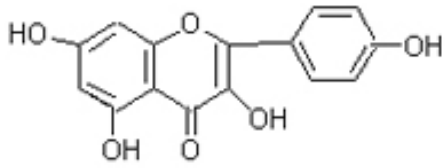
Лейкоантоцианидины представляют собой лабильные соединения, легко окисляющиеся до соответствующих антоцианидинов при нагревании с кислотами. Антоцианидины в чайном листе присутствуют, как правило, в форме гликозидов (антоцианов) и придают соответствующую окраску чайному напитку [80, 100].

Флавононы – небольшая группа флавоноидов, в основе структуры которых лежит нестойкое дигидропироновое кольцо. Флавонолы отличаются от флавононов наличием дополнительной гидроксигруппы.

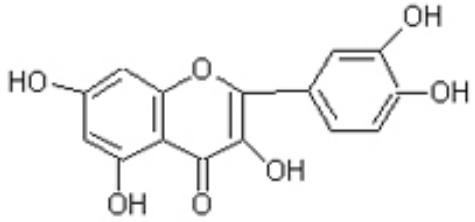
Флавонолы и флавоны – это наиболее окисленные формы флавоноидов. Они очень лабильны и поэтому не накапливаются в листьях чая в значительных количествах. Природные флавонолы – это кемпферол, кверцетин, мирицетин. Основной источник этих соединений – чай [29].

Все флавоноиды объединены общностью путей биосинтеза. В чае они локализуются главным образом в листьях. Большинство флавоноидов – твердые кристаллические вещества, окрашенные в желтый цвет (флавоны,

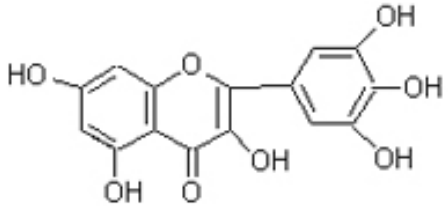
флавонолы) или бесцветные (катехины, лейкоантоцианидины) [28]. Наиболее яркие оттенки свойственны антоцианам (красные, розовые). В растениях большинство флавоноидов присутствуют в виде гликозидов, соединенных с гексозами (глюкоза, галактоза), пентозами (ксилоза, арабиноза). Реже встречаются другие углеводы: манноза, производные галактозы – галактоуроновая кислота. Гликозилированные формы флавоноидов обладают хорошей растворимостью в клеточном соке растений, в воде [82]. Процесс всасывания (адсорбции) флавоноидов в желудочно-кишечном тракте человека значительно повышается при приеме их в виде комплексов с фосфолипидами [74].



кемпферол



кверцетин



мирицетин

Рисунок 6 – Природные флавонолы

Функции биофлавоноидов чрезвычайно разнообразны. Они занимают ведущее место среди природных антиоксидантов [87]. Знаковым событием в изучении флавоноидов было выделение А. Сент-Дьердьи из цитрусовых цитрина и обнаружение у него способности уменьшать проницаемость стенок капиллярных сосудов. При изучении химического состава чая выяснилось, что некоторые вещества чая, оказавшиеся впоследствии представителями группы флавоноидов, проявляют сильное капилляроукрепляющее действие [10]. Согласно старой номенклатуре, их отнесли к группе витамина Р, но в последующем термин «витамин Р» был исключен как несоответствующий определению витаминов и заменен на термин «биофлавоноиды» [44]. В настоящее время биофлавоноидам чая принадлежит широкий спектр фармакологических свойств, таких как иммуностимулирующих, противоопухолевых, кардио-, радио-, гепато-, геропротекторных, антитромбических, антиаллергических и антивирусных [6, 19, 30, 67, 73, 97, 98]. Большинство из них обладают Р-витаминной активностью, то есть способностью уменьшать хрупкость и проницаемость стенок капилляров. В настоящее время на основе флавоноидов получены препараты с ярко выраженной противовоспалительной и противоязвенной активностью, а также желчегонные средства и гепатопротекторы [84, 88]. Флавоноиды обладают спазмолитическим действием. Считается, что действие на гладкомышечные волокна имеет папавериноподобный механизм. Спазмолитическое действие на коронарные сосуды и сосуды внутренних органов немного уступает по силе действия кумаринам [19]. Выраженность желчегонного действия возрастает в ряду: флавоны – флавононы. Флавонолы в основном оказывают влияние на обезвреживающую функцию печени, при этом механизм действия связан с изменением окислительно-восстановительных процессов в митохондриях клеток печени [77]. Большинство флавоноидов обладают умеренным диуретическим эффектом, в основе которого лежит расширение сосудов почек [18]. Среди пищевых источников флавоноидов чай занимает особое место, так как, с одной стороны, он является одним из главных источников

флавоноидов, а с другой стороны – это второй после воды наиболее употребляемый напиток.

Преимущественно используется черный чай (77%), на долю зеленого чая приходится 20% и на чай оолонг – 3%. В ряде стран высокий уровень потребления флавоноидов, например в Японии, обусловлен заметным вкладом чая.

Таблица – *Основные источники флавоноидов*

Флавоноиды	Источники	Типичные представители
Флавонолы	Черный чай, салат, лук-порей, грейпфрут, брокколи, редис	Кемферол
	Чай, оливки, лук, брокколи, клюква	Кверцетин
Катехины	Зеленый и черный чай, красное вино, яблоки, ячмень	Катехин, эпикатехин, эпигаллокатехин, процианидины

В зеленом чае сохраняется химический состав, характерный для свежих листьев чая, в котором присутствуют стереоизомеры группы катехинов [51, 63]. Общее содержание катехинов в зеленом чае составляет 0,32 г/г [5]. Черный чай содержит меньше мономерных катехинов, так как в процессе ферментации происходит их полимеризация с образованием олигомерных теафлавинов (желто-оранжевого цвета) и теарубигинов (красно-коричневого цвета) [64, 68, 78].

Теафлавины – первые продукты окисления катехинов и катехингаллатов в процессе ферментации. Содержание теафлавинов колеблется в пределах 0,29–1,25% [33]. Низкое содержание теафлавинов указывает на неполную ферментацию и длительный срок хранения чая [35, 85]. Теарубигины являются продуктами превращения теафлавинов. На их долю приходится 7–19% от сухого веса чая [89]. Теарубигины содержат 0,5% азота. При их кислотном гидролизе образуются аланин, аргинин, глицин, лейцин, серин и другие аминокислоты [59]. Таким образом, теарубигины – это смесь разных веществ, в частности продуктов конденсации ортохинонных форм катехинов с аминокислотами. Теафлавины и теарубигины являются производными чайных полифенолов. Оба пигмента образуются в процессе ферментации [15, 70]. Теафлавины – это промежуточные продукты при образовании теарубигинов. Химические структуры теарубигина и теафлавина похожи, но при этом теафлавин является более активным, но менее устойчивым к разрушению, чем теарубигин, в который он превращается при окислении [61, 62]. Теарубигины в своем составе содержат больше веществ, относящихся к танинам, обладают вяжущим, дубящим действием [29]. При окислении теарубигинов образуются еще более конденсированные теаброунины, которые предположительно представляют собой теарубигины, связанные с белками [92, 93]. Теаброунины придают чаю темно-коричневый цвет и отрицательно сказываются на качестве чая. По данным М. Н. Запрометова, ферментативное окисление катехинов, происходящее при изготовлении черного чая, приводит к образованию димерных продуктов конденсации [5]. Такие димеры являются типичными дубильными веществами. Теафлавины придают черному чаю вяжущий вкус и ярко-золотую окраску заварки чая, теарубигины придают раствору красноватый

цвет и полный, богатый вкус [69]. Благодаря приятному слабовяжущему вкусу и характерной золотисто-красной окраске водных растворов, они определяют качество черного чая [46, 68].

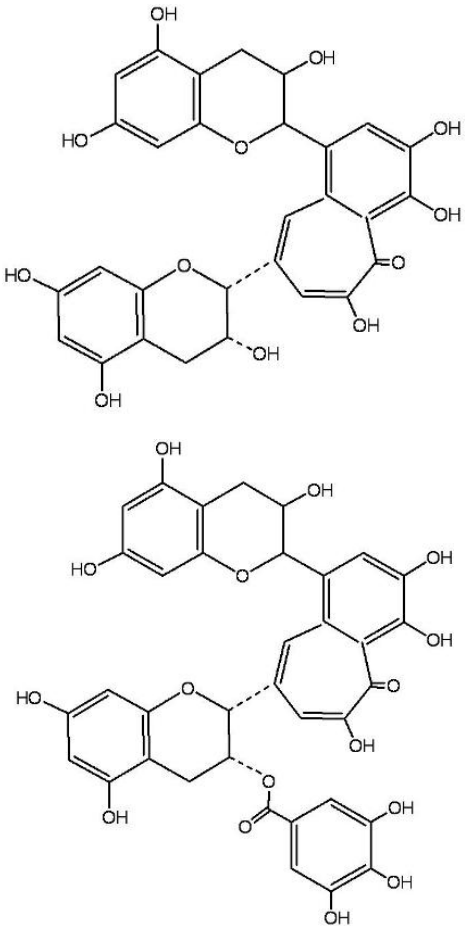


Рисунок 7 – Теафлавины

Димерные катехины частично сохраняют свойственную исходным мономерам Р-витаминную активность. Полифенолы черного чая состоят из неокисленных остатков полифенолов зеленого чая и продуктов их окисления [85, 91]. Общее содержание полифенолов листового черного чая в разных сортах колеблется в пределах 14–20% [62]. Низкое содержание полифенолов как в черных, так и в зеленых чаях указывает на то, что эти чаи долго хранились. В случае черного чая это может указывать также на их неполную ферментацию [89]. В чистых зеленых чаях не должны присутствовать теафлавины и теарубигины [100].

Для оценки качества черного чая используется отношение концентрации теафлавинов к концентрации теарубигинов. Свежий, хороший черный чай должен содержать теафлавинов более 1%, теарубигинов – около 10%, и их отношение > 0,1 [70].

Чай – один из самых богатых источников антиоксидантов. Это, прежде всего, катехины, а также теафлавины, теарубигины, оксиароматические аминокислоты, флавонолы – кемпферол, мирицетин, кверцетин, флавоны, производные галловой кислоты – танин и др. [7, 17]. В зеленом чае основной вклад в антиоксидантную активность вносят катехины, а в черном – теафлавины и теарубигины.

Флавоноиды в силу своей химической природы являются восстанавливающими агентами и вместе с другими природными соединениями, такими как витамин С, витамин Е и каротиноиды, способны предохранять человеческий организм от оксидативного стресса [98]. Большой интерес к флавоноидам возник после ряда эпидемиологических исследований, показавших существенную роль этих соединений в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. Флавоноиды чая снижают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, атеросклероза и его осложнения – инфаркта миокарда [95]. При этом черный и зеленый чай обладают одинаковым действием в предотвращении сердечно-сосудистых заболеваний. Оба чая эффективно ингибируют процесс развития атеросклероза, снижая уровень атерогенных форм липопротеинов – ЛПОНП и ЛПНП – и увеличивая уровень антиатерогенной фракции липопротеинов – ЛПВП [22]. Это влияние обусловлено в первую очередь наличием у них антиоксидантных свойств [56]. Флавоноиды действуют либо в качестве ловушек свободных радикалов, оказывая мембранозащитное действие на клетки, либо подавляют образование свободных радикалов за счет непосредственного ингибирования ферментов свободнорадикального окисления или хелатирования металлов с переменной валентностью. При этом может происходить интегрирование этих путей [57]. Флавоноиды способны ингиби-

ровать фермент ксантиноксидазу, ответственную за продуцирование супероксидного анион-радикала. Они могут ингибировать и многие другие ферменты, включенные в генерацию активных форм кислорода (АФК): липооксигеназу, циклооксигеназу, микросомальную монооксигеназу, НАДФ-оксидазу [99]. Наиболее подробно изучено влияние флавоноидов на фермент ксантиноксидазу. Субстратом для ксантиноксидазы является гипоксантин, гидроксилирование которого сопровождается образованием АФК, являющихся одной из причин развития многих патологических процессов (воспаление, атеросклероз, рак, старение и др.). В арсенале лекарственных средств очень ограничено число конкурентных ингибиторов ксантиноксидазы. В связи с этим большой интерес представляет тот факт, что флавоноиды также могут ингибировать ксантиноксидазу [76]. Структура флавоноидов обеспечивает еще одно важное свойство, заключающееся в способности к образованию хелатных соединений с металлами, которые могут потенцировать образование АФК, например, высокоагрессивного гидроксильного радикала HO· (реакция Фентон):

$$H_2O_2 + Fe^{2+}\ (Cu^{+}) \rightarrow HO^{-} + HO\cdot + Fe^{3+}\ (Cu^{2+}).$$

Очевидно, что связывание флавоноидами ионов железа или меди может существенно снижать скорость протекания свободнорадикальных процессов. Вкладом в механизм антиоксидантного действия флавоноидов может служить также их способность выступать в роли структурных антиоксидантов. Флавоноиды, подобно холестеролу и α-токоферолу, могут встраиваться в гидрофобный слой мембран и снижать текучесть мембранных липидов в области встраивания. Такая локализация в сочетании с повышенной микровязкостью мембраны может создавать пространственные затруднения для диффузии свободных радикалов и, как следствие, приводить к замедлению процессов мембранной пероксидации [48].

Наряду с тем, что флавоноиды являются эффективными радикал-улавливающими агентами, довольно высокий редокс-потенциал флавоксильных радикалов может способствовать появлению у них в отдельных случаях прооксидантного действия. Антиоксидантная защита флавоноидами осуществляется через каскад, включающий эндогенные антиоксиданты. Отмечено, что при длительном потреблении зеленого чая в мембранах эритроцитов нормализуется и даже повышается уровень α-токоферола.

Катехины и другие компоненты чая тормозят развитие онкологических заболеваний [55, 60]. Обнаружен один из механизмов антиканцерогенного действия катехинов зеленого чая. Эпигаллокатехин зеленого чая повышает синтез в организме ферментов системы глютатиона: глютатион S-трансферазы, нейтрализующей продукты свободнорадикального окисления, которые могут повреждать ДНК клетки и вызывать онкозаболевания [24, 97].

Дубильные вещества – это смесь полифенольных соединений и их производных. На долю дубильных веществ приходится от 15 до 30%. Эти вещества препятствуют развитию онкологических процессов, понижают артериальное давление, обладают антимикробным, дезинфицирующим действием. Дубильные вещества являются активными антиоксидантами, препятствуя таким образом старению организма. Наиболее богаты дубильными веществами белые и зеленые чаи [38]. В черных чаях содержание дубильных веществ значительно ниже, что связано с процессами окисления, происходящими в чае во время ферментации. Одним из представителей дубильных веществ является танин или теотанин. Его содержание в зеленом чае в два раза больше, чем в черном. Это связано с тем, что в зеленых чаях танин находится в неокисленном состоянии, а в черном до 40–50% танина окислено [45]. Танин придает южным чаям (индийскому, цейлонскому, чаю с острова Ява) более резкий чайный вкус, который ценится некоторыми любителями чая. Дубильные вещества в чае не остаются неизменными. Продукты их окисления – хиноны, образующиеся в ходе переработки чая, окисляют другие вещества чайного листа и образуют ароматические продукты, участвующие в создании чайного аромата.

Аминокислоты

В чае обнаружено 15 аминокислот, на их долю приходится примерно 2% [52]. Наиболее важной аминокислотой чая является теанин, небелковая аминокислота. По строению – это γ-глутамилэтиламид [28, 52, 69].

Данная аминокислота обеспечивает вкус настоев зеленого чая – сладковатый, пикантный. Наличие теанина в чае – это один из важных показателей качества чая. Содержание теанина в разных сортах чая колеблется в пределах 1,5–3% от сухого веса. Лучшие китайские сорта зеленого чая в Японии содержат до 2% теанина. Среди других аминокислот чая присутствуют пять незаменимых аминокислот: лейцин, метионин, фенилаланин, треонин, изолейцин. Аминокислоты чая помогают восстанавливаться нервной системе, например, после стресса [8, 12]. Взаимодействуя с другими веществами, содержащимися в чае, аминокислоты образуют альдегиды, которые способствуют созданию приятного чайного аромата.

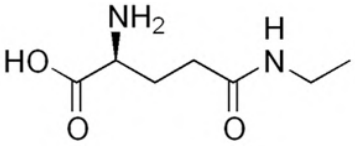


Рисунок 8 – Теанин

Белки вместе с аминокислотами чая составляют до 25% чайного листа. По питательности чайный лист не уступает бобовым культурам. В процессе производства чая некоторые белки превращаются в аминокислоты. Наиболее богаты белками зеленые чаи, при этом повышенное содержание белка не вредит качеству этого чая, но снижает качество черного чая, ухудшает его вкус [21]. В чайном листе присутствуют такие белки, как глютелины и альбумины. В процессе переработки листа количество альбуминов в чае увеличивается на 10%. В готовом зеленом чае альбуминов больше, в то время как в черных чаях в основном содержатся глютелины [39].

В чае обнаружено более десяти ***ферментов***, обеспечивающих химические реакции, происходящие в листьях чая. Главные из них – полифенолокидаза, пероксидаза, каталаза, участвующие в процессах ферментации чая [36, 86].

Углеводы, содержащиеся в чае, в большинстве своем являются нерастворимыми (крахмал, целлюлоза). Но есть часть растворимых в воде углеводов. К ним относятся глюкоза, сахароза, мальтоза, фруктоза [21].

В чае присутствуют практически все наиболее важные ***витамины*** [54]. В частности, в нем содержится провитамин А-каротин, обеспечивающий функциональное состояние слизистых оболочек глаза, носа, глотки, гортани, дыхательных путей. Витамины группы В способствуют нормальному функционированию желез внутренней секреции, нервной системы, а также улучшают состояние кожи и волос. Эти витамины необходимы в первую очередь для растущего организма. В чае присутствует витамин РР (ниацин), причем в достаточно больших количествах. Он устойчив к высокой температуре и хорошо растворим в воде. Аскорбиновая кислота (витамин С) обладает антимикробным противовоспалительным действием. Она стимулирует иммунитет, защитные силы организма, влияет на синтез белков в соединительной ткани, на процессы кроветворения. Зеленый чай содержит в 2–3 раза больше витамина С, чем лимоны и апельсины [12]. В экстракционном масле чайного листа обнаружены жирорастворимые витамины А, К, Д, Е [14]. Причем наиболее высокое содержание отмечено витамина Е – α-токоферола, антиоксидантные свойства которого также определяют полезные свойства чая. Кроме витаминов в исследованном липофильном комплексе имеются незаменимые жирные кислоты: линолевая, линоленовая [14].

Эфирные масла содержатся в чае в небольшом количестве – примерно 0,08%. Они присутствуют как в зеленом чае, так и в готовом черном чае. Несмотря на их крайне незначительное количество, именно им приписывают неповторимый чайный аромат. Число химических компонентов в составе эфирных масел достигает в готовом чае 20–32 [21]. Химически чистые эфирные масла представляют собой алифатические и ароматические углеводы, альдегиды, кетоны, фенолы, сложные кислоты и другие исключи-

тельно летучие, легко испаряющиеся соединения. Разные сорта чая имеют разный состав эфирных масел. Среди них те, что придают чаю запах розы, меда, сирени, корицы, цитрусовых и т. д. Больше всего эфирных масел в так называемых оолонгах – красных чаях, поэтому их нередко подмешивают к черным чаям. В элитных чаях ароматические альдегиды эфирных масел находятся в связанном состоянии и поэтому в меньшем количестве выходят в чайный настой и не принимают большого участия в образовании аромата готового чая. В зеленом чае аромат создается за счет иных химических веществ, в первую очередь танина. Эфирные масла обладают антибактериальным, противовоспалительным действием.

В чае присутствуют различные ***макро- и микроэлементы.*** Их количество составляет примерно 4–7%. Это, прежде всего, железо, марганец, магний, натрий, кремний, кальций, калий, фосфор. Кроме этого в чае содержатся микроэлементы йода, фтора, меди, золота и некоторые другие**.** Все они входят в состав сложных соединений, но, находясь в форме коллоида, они растворяются в воде и выходят в чайный настой (особенно фтор и йод). Благодаря высокому содержанию растворимых соединений фтора в чае, этот напиток можно использовать как источник фторидов [20]. Микроэлементы активируют ферментные системы организма, повышают его устойчивость к неблагоприятным факторам внешней и внутренней среды. Фтор обладает антикариесным действием, йод участвует в синтезе тиреоидных гормонов, оказывает антисклеротическое действие. Магний и калий нормализуют работу сердечно-сосудистой системы, тонус сосудов. Важным показателем качества чая является содержание фосфора в этом напитке. Фосфор играет важную роль в деятельности центральной нервной системы и является наряду с калием показателем, характеризующим качество чая. Чем выше сорт чая, тем больше в нем фосфора и калия [21].

Смолы (около 1%), входящие в состав чая, сложны по химическому составу, изучены мало. Это спирты, смолистые кислоты, смолистые фенолы и другие. Главная их роль – это фиксация чайного аромата. Поэтому высококачественные чаи отличает высокое содержание смолистых веществ, которые задерживают аромат.

Из ***органических кислот*** (около 1%) в чае обнаружены щавелевая, лимонная, яблочная и др. кислоты. Они определяют пищевую ценность чая.

Пектиновые вещества – коллоидные вещества сложного состава. Их содержание колеблется от 2 до 3%. Они определяют гигроскопичность чая. При их недостатке гигроскопичность повышается, а, следовательно, чай быстрее портится. Это вызвано тем, что пектиновая кислота обволакивает каждую чаинку слабопроницаемой для воды пленкой и защищает чай от влаги. Обволакивающие свойства пектиновых веществ чая благоприятно сказываются на работе желудочно-кишечного тракта.

Сапонины чая – это ацилированные сапонины олеанан-тритерпенового ряда. В отличие от полифенолов чая сапонины изучены значительно меньше. По мере изучения этих веществ их количество возрастает. В настоящее время открыты сапонины A_1–A_9, E_1–E_9, C_1–C_4, H_1. Сапонины – это высокомолекулярные органические вещества, содержащие углеводные компоненты и обладающие поверхностно-активными свойствами. Молекула сапонина состоит из углеводной части, представленной остатками глюкозы, рамнозы, фруктозы и др., и агликона, называемого сапогенином. Тритерпеновые сапонины содержат до 10 и более остатков глюкозы, которые образуют две углеводные цепочки. Эти цепочки могут быть линейными и разветвленными. В эксперименте показано, что смесь чайных сапонинов E_1 и E_2, выделенные из чая оолонг, ингибируют панкреатическую липазу in vitro. Сапонины чая, называемые теасапонины, оказывают антиоксидантное и противомикробное действие [43]. В последнее время установлено, что эта группа фитохимических веществ чая обладает антиаллергическим, гипотензивным, противовоспалительным, гиполипидемическим

и антиканцерогенным действием. Полученные данные свидетельствуют о новых аспектах использования чая в профилактике целого ряда патологических процессов [99].

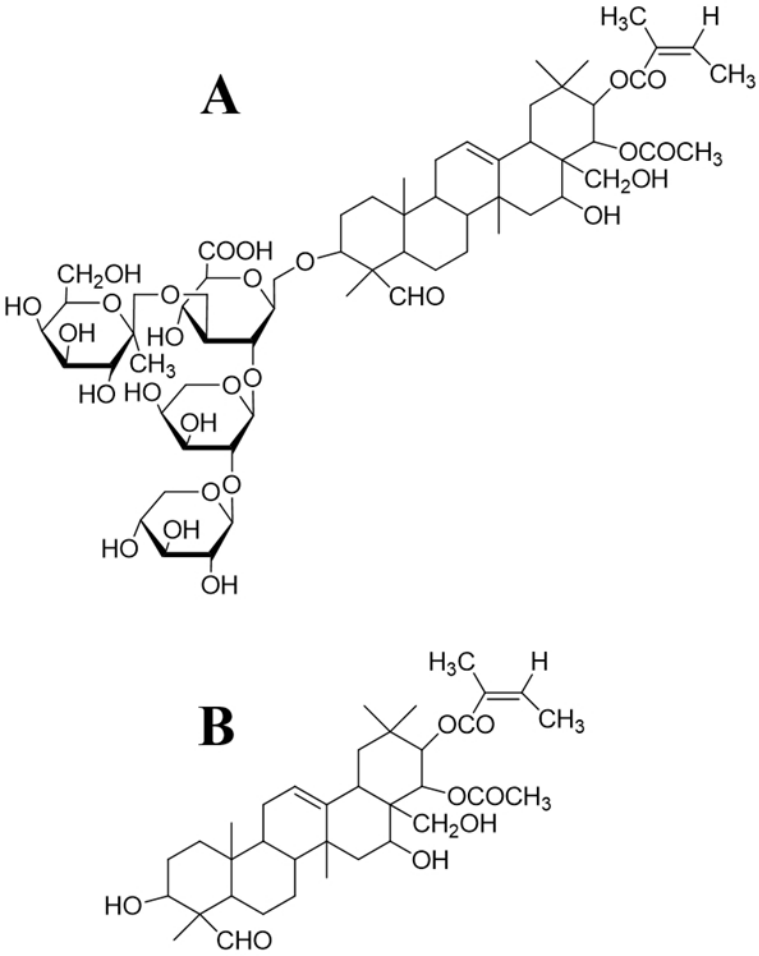


Рисунок 9 – Химическая структура чайных сапонинов:
А – теасапонин, В – агликон [99]

Таким образом, отдавая должное многочисленным исследованиям, посвященным изучению химического состава и биологической активности чая, следует отметить, что многие вопросы, связанные с изучением биохимии чая остаются до сих пор невыясненными. Приводя в заключение слова А. Сент-Дьерди о том, что «флавоноиды представляют собой одну из наиболее поразительных, широких и перспективных областей биологического исследования», можно с уверенностью считать, что и биохимия чая в настоящее время является во многом неизученной, подчас противоречивой, но и, несомненно, во всех отношениях перспективной сферой науки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Барабой, В. А. Катехины чайного растения: структура, активность, применение / В. А. Барабой // Биотехнология. – 2008. – Т. 1, № 3. – С. 25-36.

2. Бокучава, М. А. Биохимия чая и чайного производства / М. А. Бокучава. – М., Издательство АН СССР, 1958.

3. Запрометов, М. Н. О механизме биосинтеза катехинов / М. Н. Запрометов // Биохимия. – 1962. – Т. 27, № 5. – С. 366.

4. Запрометов, М. Н. Фенольные соединения / М. Н. Запрометов. – М. : Наука, 1993. – 272 с.

5. Запрометов, М. Н. Специализированные функции фенольных соединений в растениях / М. Н. Запрометов // Физиология растений. – 1993. – Т. 40, № 6. – С. 921-931.

6. Запрометов, М. Н. Активность и субстратная специфичность О-метилтрансферазы чайного растения и полученных из него каллусных тканей / М. Н. Запрометов, Т. Н. Николаева // Физиология растений. – 1990. – Т. 37. – С. 378.

7. Зенков, К. Н. Фенольные антиоксиданты / Н. К. Зенков, Н. В. Кандалинцева, В. Э. Ланкин, Е. Б. Меньшикова, А. Е. Просенко. / Новосибирск : Сиб.отд-ние РАМН, 2003. – 328 с.

8. Кравченко, Л. В. Влияние экстракта зеленого чая и его компонентов на антиоксидантный статус и активность ферментов метаболизма ксенобиотиков у крыс / Л. В. Кравченко и др. // Вопр. пит. – 2011. – 2. – С. 9-15.

9. Куркин, В. А. Фармакогнозия / В. А.Куркин. – Самара : СамГМУ, 2007. – 1239 с.

10. Литвиненко, А. А. Природные флавоноиды / А. А. Литвиненко. – Харьков : ГНЦЛС, 1995. – 56 с.

11. Маслов, Л. Н. О перспективах применения флавоноидов для профилактики атеросклероза и атеротромбоза / Л. Н. Маслов // Клиническая фармакология и терапия. – 2007. – Т. 16, № 3. – С. 60-67.

12. Мгалоблишвили, Е. К. Чай и медицина / Е. К. Мгалоблишвили, А. Я. Цуцунава. – Батуми : Сабчота Аджара, 1975. – 86 с.

13. Меладзе, М. Влияние внешних факторов на химический состав селекционных сортов чая / М. Меладзе // Аграрная наука. – 2004. – С. 19-20.

14. Мелкадзе, Р. Г. Липофильный комплекс чайного листа / Р. Г. Мелкадзе, В. Г. Хведелидзе // Химия растительного сырья. – 2008. – № 4. – С. 133-135.

15. Образование фенольных соединений и процесс дифференциации в каллусной культуре чайного растения / М. Н. Запрометов, Н. В. Загоскина, В. Ю. Стрекова, Г. А. Морозова // Физиология растений. – 1979. – Т. 26. – С. 485.

16. Племенков, В. В. Химия изопреноидов : учеб. пособие / В. В. Племенков. – Барнаул : Изд-во ун-та, 2007. – 322 с.

17. Рогинский, В. А. Фенольные антиоксиданты. Реакционная способность и эффективность / В. А. Рогинский. – М. : Наука, 1988. – 247 с.

18. Рогожин, В. В. Биохимия растений / В. В.Рогожин. – СПб. : Гиорд, 2012. – 427 с.

19. Тараховский, Ю. С. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю. С. Тараховский, Ю. А. Ким, Б. С. Абдрасилов, Е. Н. Музафаров. – Пущино : Synch book, 2013. – 969 с.

20. Удовицкая, Е. В. Чай как источник фторидов в профилактике кариеса зубов у детей / Е. В. Удовицкая, Е. А. Парпалей // Стоматология. – 1983. – № 6. – С. 73-75.

21. Яшин, Я. И. Чай. Химический состав чая и его влияние на здоровье человека / Я. И. Яшин, А. Я. Яшин. – М. : Транс Лит, 2010. – 159 с.

22. Ahmad R.S. Preventive role of green tea catechins from obesity and related disorders especially hypercholesterolemia and hyperglycemia/Ahmad et al. // Journal of Translational Medicine (2015) 13:79 DOI 10.1186/s12967-015-0436-x.

23. Aline de O, Sandra DA, Lee HL, Sean RM, Stephen DH, Jeffrey R. Hammond Inhibition of herpes simplex virus type 1 with the modified green tea polyphenol palmitoyl-epigallocatechingallate. Food and Chemical Toxicology 2013; 52:207–215.

24. Amit KS, Priyanka B, Madhulika S, Sanjay M, Pradeep K,Yogeshwer S, Kailash CG.Synthesis of PLGA nanoparticles of tea polyphenols and their strong in vivo protective effect against chemically induced DNA damage. International Journal of Nanomedicine 2013; 8: 1451–1462.

25. Apranta D, Joseph AV. Tea and cardiovascular disease. Pharmacological Research 2011; 64: 136– 145.

26. Balentine DA, Wiseman SA, Bouwens LC. The chemistry of tea flavonoids. Crit Rev Food Sci Nutr 1997;37:693–704.

27. Bohn S K Effects of tea and coffee on cardiovascular disease risk /S. K Bohn, N. C Ward, J. M Hodgson , K. D Croft //Food Funct., 2012, 3, 575.

28. Chatterjee S. L-Theanine: A Prospective Natural Medicine/ S. Chatterjee, A. Chatterjee , S. K. Bandyopadhyay // Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res., 41(2), November – December 2016; Article No. 21, Pages: 95-103.

29. Cheynier V. Polyphenols in foods are more complex than often thought // Am. J. Clin. Nutr. – 2005. – Vol.81, 1 Suppl. – P.223-229.

30. Chiu FL, Lin JK. Hplc analysis of naturally occurring methylated catechins, 3- and 4-methyl-epigallocatechin gallate, in various fresh tea leaves and commercial teas and their potent inhibitory effects on inducible nitric oxide synthase in macrophages. J Agric Food Chem 2005;53: 7035–42.

31. Christiane JD, Edward RF. A review of latest research findings on the health promotion propertiesof tea. Journal of Nutritional Biochemistry2001; 12: 404–421.

32. Chung SY, Janelle ML. Effects of Tea Consumption on Nutrition and Health. J. Nutr. 2000; 130: 2409–2412.

33. Dalluge JJ, Nelson BC. Determination of tea catechins. J Chromatogr A 2000;881:411–24.Neilson AP, Green RJ, Wood KV, Ferruzzi MG. High-throughput analysis of catechins and theaflavins by high performance liquid chromatography with diode array detection. J Chromatogr A 2006;1132: 132–40.

34. Del Rio D, Stewart AJ, Mullen W, Burns J, Lean ME, Brighenti F, et al. Hplc-msn analysis of phenolic compounds and purine alkaloids in green and black tea.J Agric Food Chem 2004; 52:2807–15.

35. Douglas A. Balentine, Sheila A. Wiseman & Liesbeth C. M. Bouwens The chemistry of tea flavonoids /Critical Reviews in Food Science and Nutrition,1997.- 37:8, 693-704.

36. Finger A. In vitro studies on the effect of polyphenol oxidase and peroxidase in the formation of black tea constituents. J Sci Food Agric 1994; 66:293–305.

37. Fui-Seung Chin, Khim-Phin Chong, Atong Markus ,Nyet Kui Wong Tea Polyphenols and Alkaloids Content Using Soxhlet and Direct Extraction Methods//World Journal of Agricultural Sciences 9 (3): 266-270, 2013

38. Graham H.N. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry // Prev. Med. – 1992. – Vol.21, № 3. – P.334-350.

39. Grove KA, Lambert JD. Laboratory, epidemiological, and human intervention studies show that tea (Camellia sinensis) may be useful in the prevention of obesity. J Nutr 2010;140:446–53.

40. Guang-Jian Du Epigallocatechin Gallate (EGCG) Is the Most Effective Cancer Chemopreventive Polyphenol in Green Tea/ Guang-Jian Du et al.//Nutrients 2012, 4, 1679-1691; doi:10.3390/nu4111679.

41. Гудвин, Т. Введение в биохимию растений: в 2 т. / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – М. : Мир, 1986. – Т. 2. – 312 с.

42. Guillarme D, Casetta C, Bicchi C, Veuthey JL. High throughput qualitative analysis of polyphenols in tea samples by ultra-high pressure liquid chromatography coupled to uv and mass spectrometry detectors. J Chromatogr A 2010;1217:6882–90.

43. Han L-K. Anti-obesity effects in rodents of dietary teasaponin, a lipase inhibitor/ L-K. Han et al // Int journal of Obesity.2001.- 25.-P.1459-1464.

44. Harbowy ME, Balentine DA. Tea chemistry. Crit Rev Plant Sci 1997;16:415–80.

45. Hashimoto FN, Nishioka GI. Tannins and related compounds Lxix. Isolation and structure elucidation of b,b_-linked bisflavanoids, theasinensins d-g and oolongtheanin from oolong tea. Chem Pharm Bull 1988; 36:1676–84.

46. Haslam E. Thoughts on thearubigins. Phytochemistry 2003; 64:61–73.

47. Хелдт Г.-В. Биохимия растений: / Г.-В. Хелдт. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2011. 471 с.

48. Higdon JV, Frei B. Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. Crit Rev Food Sci Nutr 2003;43:89–143.

49. Hiroshi Ashihara , Fiona M. Gillies , Alan Crozier Metabolism of Caffeine and Related Purine Alkaloids in Leaves of Tea (Camellia sinensis L.)/Plant Cell Physiol. 38(4): 413-419 (1997)

50. Hiroshi Ashihara, Hiroshi Sano, Alan Crozier Caffeine and related purine alkaloids: Biosynthesis, catabolism,function and genetic engineering/Phytochemistry 69 (2008) 841–856.

51. Ho Y, Lee YL, Hsu KY. Determination of (+)-catechin in plasma by high-performance liquid chromatography using fluorescence detection. J Chromatogr B Biomed Appl 1995;665:383–9.

52. Hu B, Wang L, Zhou B, Zhang X, Sun Y, Ye H, et al. Efficient procedure for isolating methylated catechins from green tea and effective simultaneous analysis of ten catechins, three purine alkaloids, and

gallic acid in tea by high-performance liquid chromatography with diode array detection. J ChromatogrA 2009;1216: 3223–31.

53. Ikeda H, Moriwaki H, Matsubara T, Yukawa M, Iwase Y, Yukawa E. Mechanism of interaction between risperidone and tea catechininfluence of presence of galloyl group in catechin on insoluble complex formation with risperidone.YakugakuZasshi. 2012; 132(1):145-53.

54. Jain A, Manghani C, Kohli S, Nigam D, Rani V. Tea and human health: The dark shadows. Toxicology Letters 2013;220(1): 82–87.

55. Jian-Min Y, Canlan S, Lesley MB.Tea and cancer prevention: Epidemiological studies. Pharmacological Research2011; 64: 123– 135.

56. Jonathan M Hodgson Tea flavonoids and cardiovascular disease /Asia Pac J Clin Nutr 2008;17(S1):288-290.

57. Karori S M, Wachira FN, Wanyoko JK and Ngure RM. Antioxidant capacity of different types of tea products. Afr J Biotech 2007 October, 19: 2287-2296.

58. Khokhar S, Magnusdottir SG. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the united kingdom. J Agric Food Chem 2002;50: 565–70.

59. Kuhnert N, Drynan JW, Obuchowicz J, Clifford MN, Witt M. Mass spectrometric characterization of black tea thearubigins leading to an oxidative cascade hypothesis for thearubigin formation. Rapid Commun Mass Spectrom 2010;24:3387–404.

60. Kumar, N.; Shibata, D.; Helm, J.; Coppola, D.; Malafa, M. Green tea polyphenols in theprevention of colon cancer. Front. Biosci. 2007, 12, 2309–2315.

61. Legeay S. Epigallocatechin Gallate: A Review of Its Beneficial Properties to Prevent Metabolic Syndrome/ S. Legeay et al// Nutrients 2015, 7, 5443-5468; doi:10.3390/nu7075230.

62. Li Y., Shibahara A., Matsuo Y., Tanaka T., Kouno I. Reaction of the black tea pigment theaflavin during enzymatic oxidation of tea catechins // J. Nat. Prod. – 2010. – Vol.73, № 1. – P.33-39.

63. Lin LZ, Chen P, Harnly JM. New phenolic components and chromatographic profiles of green and fermented teas. J Agric Food Chem 2008;56:8130–40.

64. Mahanta PK, Boruah SK, Boruah HK, Kalita JN. Changes of polyphenol oxidase and peroxidase activities and pigment composition of some manufactured black teas (Camellia sinensis L.). J Agric Food Chem 1993;41:272–6.

65. Mak, J.C. Potential role of green tea catechins in various disease therapies: Progress and promise. Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. 2012, 39, 265–273.

66. Mancini E. Green tea effects on cognition, mood and human brain function: A systematic review/ E. Mancini et al// Phytomedicine.-2017. – 34.-P. 26-37.

67. Maulana T, Hari P. Tea leaves extracted as anti-malaria based on molecular docking PLANTS. Procedia Environmental Sciences2013; 17:188 – 194.

68. Menet MC, Sang S, Yang CS, Ho CT, Rosen RT. Analysis of theaflavins and thearubigins from black tea extract by maldi-tof mass spectrometry. J Agric Food Chem 2004; 52:2455–61.

69. Mu W. An overview of biological production of L-theanine/ W. Mu et al. // Biotechnology Advances 33 (2015) 335–342

70. Naito Y, Yoshikawa T. Green tea and heart health. J Cardiovasc Pharmacol 2009; 54:385–90.

71. Nakagawa K, Miyazawa T. Chemiluminescence-high-performance liquid chromatographic determination of tea catechin (–)-epigallocatechin 3-gallate, at picomole levels in rat and human plasma. Anal Biochem 1997; 248:41–9.

72. Peterson J, Dwyera J, Bhagwat S, Haytowitz D, Holden J,Eldridge AL, Beecherd G, Aladesanmi J. Major flavonoids in dry tea. Journal of Food Composition and Analysis2005; 18: 487–501.

73. Saeed M. Green tea (Camellia sinensis) and L-theanine: Medicinal values and beneficial applications in humans—A comprehensive review/ M. Saeed et al// Biomedicine & Pharmacotherapy. 2017. – 95. – P.1260–1275.

74. Sajilata MG, Bajaj RP, Singhal RS: Tea polyphenols as nutraceuticals. Comprehens Rev Food Sci and Food Saf 2008; 7:229-254.

75. Sandeep V, Manu S, Pritam DS, Tej VS. Design, Semisynthesis, and Evaluation of O-Acyl Derivatives of (–)-Epigallocatechin-3-gallate as Antitumor Agents. J. Agric. Food Chem. 2007; 55 (15): 6319–6324.

76. Sang S, Lambert JD, Tian S, Hong J, Hou Z, Ryu JH, et al. Enzymatic synthesis of tea theaflavin derivatives and their anti-inflammatory and cytotoxic activities. Bioorg Med Chem 2004;12:459–67.

77. Sang S, Lee MJ, Hou Z, Ho CT, Yang CS. Stability of tea polyphenol (–)-epigallocatechin-3-gallate and formation of dimers and epimers undercommon experimental conditions. J Agric Food Chem 2005; 53:9478–84.

78. Sang S, Tian S, Stark RE, Yang CS, Ho CT. New dibenzotropolone derivatives characterized from black tea using lc/ms/ms. Bioorg Med Chem 2004;12:3009–17.

79. Sang S, Tian SY, Meng XF, Star RE, Rosen RT, Yang CS, et al. Theadibenzotropolone a, a new type pigment from enzymatic oxidation of (–)-epicatechin and (–)-epigallocatechin gallate and characterized from black tea using lc/ms/ms. Tetrahedron Lett 2002;43:7129–33.

80. Sang S, Yang CS. Structural identification of novel glucoside and glucuronide metabolites of (–)-epigallocatechin-3-gallate in mouse urine using liquid chromatography/electrospray ionization tandem mass spectrometry. Rapid Commun Mass Spectrom 2008;22: 3693–9.

81. Sang S, Yang I, Buckley B, Ho CT, Yang CS. Autoxidative quinone formation in vitro and metabolite formation in vivo from tea polyphenol (–)-epigallocatechin-3-gallate: studied by real-time mass spectrometry combined with tandem mass ion mapping. Free Radic Biol Med 2007;43:362–71.

82. Sang S. The chemistry and biotransformation of tea constituents/ S. Sang et al/ /Pharmacological Research 64 (2011) 87– 99.

83. Sharma V., Rao L.J. A thought on the biological activities of black tea // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2009. – Vol.49, № 5. – P.379-404.

84. Sharma V.K. Health Benefits of Tea Consumption/VK Sharma , A Bhattacharya , A Kumar ,HK Sharma //Tropical Journal of Pharmaceutical Research, September 2007; 6 (3): 785-792.

85. Sharma, E.L-theanine: An astounding sui generis integrant in tea/ E. Sharma, R.Joshi, A. Gulati //Food Chemistry (2017), doi: http://dx.doi.org/10.1016 / j.foodchem.2017.09.046.

86. Shengmin S, Joshua DL, Chi-Tang H, Chung SY. The chemistry and biotransformation of tea constituents/Pharmacological Research 2011; 64: 87– 99.

87. Subramanian N, Venkatesh P, Ganguli S, Sinkar VP. Role of polyphenol oxidase and peroxidase in the generation of black tea theaflavins. J Agric Food Chem 1999; 47: 2571–8.

88. Susanne MH, Yantao N, Nicolas HL, Gail DT, Rosario RM, Hejing W, Vay L W G, David H. Bioavailability and antioxidant activity of tea flavanols after consumption of green tea, black tea, or a green tea extract supplement. Am J ClinNutr 2004; 80: 1558-64.

89. Tanaka T. [Chemical studies on plant polyphenols and formation of black tea polyphenols] // Yakugaku Zasshi. – 2008. – Vol.128, № 8. – P.1119-1131.

90. Tanaka T., Inoue K., Betsumiya Y., Mine C., Kouno I. Two types of oxidative dimerization of the black tea polyphenol theaflavin // J. Agric. Food Chem. – 2001. – Vol.49, № 12. – P.5785-5789.

91. Tanaka T., Matsuo Y., Kouno I. A novel black tea pigment and two new oxidation products of epigallocatechin-3-O-gallate // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol.53, № 19. – P.7571-7578.

92. Tanaka T., Matsuo Y., Kouno I. Chemistry of secondary polyphenols produced during processing of tea and selected foods // Int. J. Mol. Sci. – 2009. – Vol.11, № 1. – P.14-40.

93. Tanaka T., Mine C., Inoue K., Matsuda M., Kouno I. Synthesis of theaflavin from epicatechin and epigallocatechin by plant homogenates and role of epicatechin quinone in the synthesis and degradation of theaflavin // J. Agric. Food Chem. – 2002. – Vol.50, № 7. – P.2142-2148.

94. Tanaka T., Mine C., Watarumi S., Fujioka T., Mihashi K., Zhang Y.J., Kouno I. Accumulation of epigallocatechin quinone dimers during tea fermentation and formation of theasinensins // J. Nat. Prod. – 2002. – Vol.65, № 11. – P.1582-1587.

95. Tariq A. L. , Reyaz. A. L. Phytochemical analysis of Camellia sinensis Leaves/Int. J. Drug Dev. & Res., October-December 2012, 4(4): 311-316.

96. Tsung O. Cheng All teas are not created equal. The Chinese green tea and cardiovascular health /International Journal of Cardiology 108

(2006) 301 – 308.

97. Unno T, Sagesaka YM, Kakuda T. Analysis of tea catechins in human plasma by high-performance liquid chromatography with solid-phase extraction. J Agric Food Chem 2005;53:9885–9.

98. Williamson G. The role of polyphenols in modern nutrition/ G. Williamson // Nutrition Bulletin, 2017.-42. – 226–235

99. Xiaohong L. In vitro Anti-angiogenic Effects of Tea Saponin and Tea Aglucone on Human Umbilical Vein Endothelial Cells/ Xiaohong Li et al// Journal of Food and Nutrition Research, 2015, Vol. 3, No. 3, 206-212.

100. Yang CS, Wang X, Lu G, Picinich SC. Cancer prevention by tea: animal studies, molecular mechanisms and human relevance. Nat Rev Cancer 2009;9:429–39.

101. Yi L, Genguang J, Lingshan G, Lingyan S, Xiaobin F, Nuo L, et al. Antidepressant-like effects of tea polyphenols on mouse model of chronicunpredictable mild stress. Pharmacology, Biochemistry and Behavior 2013; 104: 27–32.

102. Ying Z, Fereidoon S. Lipophilized EpigallocatechinGallate (EGCG) Derivatives as Novel Antioxidants./J. Agric. FoodChem. 2011; 59 (12): 6526–6533.

103. Zaprometov M.N. Proanthocyanidins and Catechins // Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. 1988.V.5.P.77.

УДК 94(315):008

Чжоу Сяовэй
преподаватель,
Хэйлунцзянский институт иностранных языков
(150025, г. Харбин, Зона развития Ли Минь, ул. Шиданайлу,1),
e-mail: 3076380781@qq.com

Исследования чайной культуры в Древнем Китае

В статье рассмотрена история исследования чайной культуры в Древнем Китае. У китайской чайной культуры длинная история, её развитие отражает изменение социальной культуры, является значимым показателем цивилизации: древний китайский народ изучил характер природы и покорил её.

Чайная культура является важной частью культуры Китая. Употребление чая имело разные функции: чай использовался как еда, как лекарственное средство и как элемент жертвоприношения. Процесс формирования чайной культуры представляет собой результат достижения народом определённого этапа в развитии цивилизации. Буддизм, конфуцианство и даосизм играли важную роль в развитии чайной культуры. Содержание чайной культуры не ограничивается только одним чаем и вбирает в себя другие культурные факторы.

В статье представлен анализ разных исследований чайной культуры известных учёных и некоторых народных сказок о чае. Автор пытается определить направления исследования чайной культуры.

Цель статьи – выявить роль чайной культуры, установить особенности её функционирования. В работе используются следующие методы: описательный метод с использованием приёмов наблюдения, интерпретации, сопоставления, обобщения; метод сплошной выборки; количественный метод; метод компонентного и контекстуального анализа.

Ключевые слова: чайная культура, употребление чая, китайская культура, лекарственное средство

Известно, что родиной чая является Китай, у которого есть длинная история выращивания и использования чая. Чай появился ещё в неолитической эпохе. Лу Юй, учёный династии Тан, написал в «Трактате о чае»: «茶之为饮, 发乎神农氏, 闻于鲁周公» [3, с. 12]. Согласно философскому толкованию высказывания учёного, чай использовался как напиток начиная с эпохи китайского врача Шеньнуна, а человеком, открывшим Китаю способы заваривания чая, является Чжоугун. Шеньнун, представитель древнего народа, доказал, что много тысяч лет назад, когда наши предки жили ещё в матриархальном родовом обществе, чай уже появился и использовался. По данным исследования до династии Тан, чай (茶) назывался «ту» (荼) или «горький ту» (苦荼). Во многих древних китайских трактатах есть много упоминаний о чае.

В начале эпохи западной Чжоу учёный страны Цинь Чжань Цюй создал «Записки страны Хуа Ян» [5, с. 25], в них есть записи: «周武王伐纣, 实得巴蜀之师, 茶蜜皆纳贡之». Когда император У напал на императора Чжоу, страна Ба уже преподносила чай и другие дорогие подарки императору У. Учёный сообщает, что к тому времени уже была чайная плантация, на которой работали специалисты. В «Шэнь Нун Ши Цзин» указано следующее: «“荼茗生益州, 三月三日采» (с. 537) «в районе Чэнду провинции Сычуань выращивали чай лучшего качества, который должны были собрать третьего марта» *(перевод мой – В. Ч.).*

В 59 году до н. э. в «Правилах служащих» Ван Бо пишет о том, что «烹茶尽具» и «武阳买茶» [1, с. 5] «чайная посуда должна быть обязательно чистой, и чай необходимо покупать в Уяне (сейчас в провинции Сычуань)» *(перевод мой – В. Ч.).* Это стало знаком того, что 2000 лет назад в семьях дворянства чаепитие – это роскошный ритуал, который отражал ситуацию экономической жизни династии Хань. Тогда же в городе Уяни уже были чайные рынки. В IVвеке до н. э. учёный династии Цзинь отметил следующее: «此树小似栀子, 冬生叶可煮作羹饮。今呼早采者为荼, 一名茆(即春茶);晚采者为茗(夏茶);一名为荈(老叶茶)» [9, с. 28] «это дерево маленькое похоже на гардению, его листья могут готовиться как суп, называется “ту” и “мао” (весенний чай), а те листья, что были сорваны рано, называются “минь” (летний чай), для более старых листьев чая использовалось название “чуань” (листья старые)» *(перевод мой – В. Ч.).* Во время династии Хань народ уже освоил технику выращивания чая и уже умел отличать хорошее его качество от плохого по времени

года, когда собирали урожай. Гэ Суань династии восточного Хань сам создал чайный сад, заботясь о благотворном влиянии напитка на здоровье [9, с. 12].

Тань Ханьэ в «Записках времён года» опубликовал точные сведения о технике выращивания чая. Это самая ранняя запись в истории чайной культуры. Он указал техническую точность проведения таких процедур выращивания чая, как сев, внесение удобрений, орошение, удаление сорняков и др. Эта книга представляет собой драгоценное наследство нашего древнего народа.

В самом начале чай использовался как компонент питания, древние люди для того чтобы выжить собирали различные растения, корни, стебли, листья, цветы, фрукты и всё, что было пригодно для пищи, особенно во время эпохи земледелия и эпохи, когда уровень производительности был низкий. Это уже стало обычным явлением «есть растительную пищу» («求之植物之食，尝尽百草»). Действительно, чай, особенно свежие листья, много использовался в горных районах. В современном Китае люди до сих пор едят чайные листья. И это стало уже традицией некоторых национальностей Китая. Так стали известны миру «юй» (чай национальностей мяо и дун) и «лянбан» (чай национальности цзино).

Чай использовался как пища, как лекарственное средство и как элемент жертвоприношения. Люди открыли лекарственное свойство чая во время его употребления в пищу. В «Травнике Шэн-нуна» написано: «神农尝百草，日遇七十二毒，得茶而解之» [10, с. 56]. Из этой цитаты следует, что Шэн-нун попробовал сто видов трав, из которых 72 видами трав получил отравление, только чай дезинтоксицировал его. Он называется чай «ту» (茶). Кроме способности оказывать детоксикацию, люди ещё заметили и другие лекарственные свойства чая. «茶叶苦，饮之使人益思，少卧，轻身，明目» «горький чай у людей, которые использовался для прояснения мыслей, физической активности, улучшения зрения» (*перевод мой – В. Ч.)*.

Именно из-за способности чая лечить, очищать организм люди стали относить его к классу лекарственных средств. В Древнем Китае есть много книг о лекарственных свойствах чая. Отечественные и зарубежные учёные уверены, что в чае есть множество химических компонентов, таких, как кофеин, теофиллин, углеводы, белки, полифенолы и т. д., которые полезны для лечения разных болезней, например, дизентерии, гастроэнтерита, диабета, гипертонии, атеросклероза, рака и т. д. Именно эти чудодейственные свойства чая сделали его одним из популярных элементов жертвоприношения.

Полезные свойства чайного листа были открыты приблизительно в 2500-х годах до н. э. китайским императором Шен Нуном, которого называли также Божественным Целителем из-за его увлечения лекарственными растениями. С тех пор чай употреблялся на церемониях во время медитаций, чтобы не заснуть, а также как заменитель вина. Из Китая чайная культура проникла в Японию, где зелёный чай довольно долгое время оставался излюбленным напитком, а также на Цейлон, в Индию, Индонезию и другие восточные государства. В России зелёный чай был в употреблении ещё в XVII–XVIII веках (а не начиная с XX в., как считают многие), однако потом по непонятным причинам его вытеснил чёрный. Сейчас же зелёный чай приобрел популярность во всем мире, и особенно в Европе и США, что напрямую связано с его целебными свойствами.

Разница заключается прежде всего в обработке. Если чёрный чай получается в результате резки, скручивания и многих других операций над чайным листом, то при обработке зелёного чая сохраняются лечебные биологически активные вещества. Для этого собранный лист просто высушивают на огне или в закрытой духовке. Но основное различие этих двух видов чая – во вкусах. Качественный зелёный чай, в отличие от чёрного, обладает ярким ароматическим букетом, в котором преобладают цитрусовые и цветочные оттенки. Однако неправильная обработка, хранение и заваривание способствуют вырождению аромата, поэтому для того чтобы насладиться зелёным чаем, надо следовать элементарным правилам, как-то: заваривать чай не более 3 минут (некоторые источники рекомендуют 20 секунд), в противном случае во вкусе напитка появляется горечь; хранить зелёный чай не более полугода, иначе возникает грубый привкус сена. Также при покупке следует учесть, что производителями лучших сортов чая вообще, и в частности, зелёного, являются Китай и Япония.

Зелёный чай отличается от всех остальных уникальным содержанием витаминов, микроэлементов и питательных веществ. Наверняка многие заметили, что зелёный чай очень сытный. Это объясняется высоким содержанием в его составе белка (около 25 %). Традиционно считается, что зелёный чай снижает аппетит, поэтому этот напиток идеально

подойдет людям, следящим за своим весом. Однако стоит приготовиться к тому, что чашка ароматного и тонкого чая всё равно не заменит полноценного ужина, поэтому предпочтительной является умеренная диета, в которую, помимо зелёного чая, входят овощи и фрукты.

Одним из главных полезных для похудения элементов в составе зелёного чая является катехин, сжигающий калории. Однако это не единственное его свойство. Катехин предотвращает возможность возникновения рака, инфарктов, инсультов, сахарного диабета, а также препятствует сужению сосудов, борется с вирусами и вредными бактериями ротовой полости, снижает риск пародонтоза, регулирует деятельность кишечника, предотвращает воздушно-капельные заболевания. Помимо катехина, зелёный чай содержит такие элементы, как кальций, железо, магний, барий, цинк, медь, хром, а также витамин С (в свежем чае его содержится даже больше, чем в целом лимоне), витамины группы В, помогающие справиться с депрессией и повышающие иммунитет, и PPP, нормализующие уровень холестерина в крови и рекомендуемые при диабете и остеоартрите.

Существует более ста методов заварки зелёного чая с различными ингредиентами.

Что касается чайной культуры, необходимо сказать о Садо (Путь чая).

Совместное творение природы и человека, чай давно уже стал связующим звеном в культурах разных стран и континентов, не утратив при этом свой изначальный южноазиатский аромат.

В Китае чай – патриарх среди напитков. Предания относят начало чаепития ко временам сотворения неба и земли, связывая его с именем прозрачно-нефритового, буйвологолового Государя Солнца Яньди по прозвищу Божественный Оратай (Шэньнун), зачинателя медицины, земледелия и создателя системы Ицзин. Однажды, гласит легенда, Яньди велел вскипятить воду для дворцового ритуала. Несколько листочков, случайно занесённых в котёл ветром, придали воде удивительный привкус, который столь восхитил государя, что он повелел ввести этот напиток по всей стране.

Чаепитие и чайная культура являются результатом развития социального прогресса, отражая процесс познания чая не только как лекарственного средства, но и напитка, начиная с периода Чжаньго или династии Цинь. Развитие чайной культуры охватило период традиций династии Западного Хань, княжества Ба и царства Шу (через династию Хань), период Троецарствия Саньго, династию Западного Цинь, династию Восточного Цинь, эпохи Южных и Северных династий, постепенно распространяясь в центральные места. Чаепитие было популярно среди дворянства, учёных, монахов и людей всех слоёв общества.

Во время периода Троецарствия (Саньго) в стране У Сунь Хао наградил чиновника Вэйяо чаем. Это стало знаком того, что чай был драгоценным напитком дворянства страны У. В «Записках об императоре У» сказано: «我灵上慎勿以牲为祭， 唯设饼、茶饮、干饭、酒脯而已» «не используйте животных в жертвоприношении, только хлеба, чая, риса и вина будет уже достаточно» *(перевод мой – В. Ч.).* Чай часто использовался как элемент обрядов жертвоприношения: в древние времена дворянство любило пить чай.

В рассказе «Биография женщин в Куанлине» написано: «晋元帝时有老姥, 每旦独提一器茗, 往市鬻之, 市人竞买» «во время династии Цинь была женщина, каждый день она брала с собой чайник, продавала чай, который жители скупали очень быстро» *(перевод мой – В. Ч.).*

С периода Чжаньго до эпохи Южных и Северных династий в народе чаепитие постепенно стало популяризироваться. Это сделало чай частью культуры династии Тан, благодаря Лу Юй.

В древнем Китае правление династии Тан является важным периодом, когда экономика быстро развивалась, в стране появлялись многие артефакты культуры, общество достигло стабильности. Император Тайцзун внедрял в политические верхи мысль о том, что надо облегчить нагрузку на народ, развивать сельскохозяйственное производство. Времена царствования Жен Гуана можно отметить как важный этап быстрого развития чайной культуры. Появление книги Лу Юй «Трактат о чае» особенно мотивировало развитие чайной культуры. По мере развития общества чаепитие и чайная культура проникли в обычную жизнь народа и стали её нормой. Появляются чайные. Посещение чайных и распитие чая стало одной из модных тенденций времени и досуга людей.

Буддизм, конфуцианство и даосизм играли важную роль в развитии чайной культуры. В «Записках о Луншане» сказано, что раньше во времена правления династии Цинь на горе Лушань «寺观庙宇僧人相继种茶» «монахи в храмах сажали чай» *(перевод мой – В. Ч.).* Известный монах династии Цинь принимал поэта Тао Юаньмин, он угощал гостя собственным выращенным чаем. Они «话茶吟

诗, 叙事读经, 通宵达旦» «разговаривали о поэтах, пили чай, рассказывали историю, читали канонические книги до утра» *(перевод мой – В. Ч.).* Буддизм мотивировал развитие чайной культуры, одновременно развитие чайной культуры тоже мотивировало распространение буддизма. В Китае есть много известных гор, на них располагались значимые храмы, в которых стало традицией выращивать чай. Например, чай «Хуаншань Мао Фэн» произрастал на горе Хуаншань, «Би Ло Чунь» производили в храмах Сугун и Юуньгун, в горах Дунтиншань, в храме Дунтин. Чай «Лунцзин» выращивали в храме Лунцзин, чай «Да Хун Пао» – в храме Тианьшан.

Выращивание монахами чая, приготовление ими чая, культ чаепития в жизни монастыря обусловили важную роль представителей религиозного слоя в развитии и распространении чайной культуры.

Древний китайский народ прославлял китайскую культуру в течение развития общества, наследовал чайную культуру, сделал чайную культуру константой китайских традиционных ценностей, открыл миру важную роль чаепития. Именно чаепитие в современном социуме является одним из значимых культовых элементов процесса взаимодействия людей, без которого не обходятся бытовая и официальная сферы общения.

Список литературы

1. Ван Бо. Правила служащих. М.: Современный писатель, 1987. 96 с.
2. Ли Ваньфань. История выращивания китайского растения. М.: Вост. лит., 2007. 55 с.
3. Лу Юй. Канон чая / пер. с кит., введ. и коммент. А. Т. Габуева и Ю. А. Дрейзис. М.: Гуманитарий, 2009. 123 с.
4. У Цзюеноу. Комментарии к Трактату о чае. М.: Вост. лит.,1987. 120 с.
5. Хань Э. Записки о временах года. М.: Наука, 1987. 87с.
6. Цвэй Хао. Трактат о питании. М.: Астрель, 2002. 570 с.
7. Цинь Чжань Цюй. Записки страны Хуа Ян. М.: Вост. лит., 1998. 97 с.
8. Чжуан-цзы. Даосские каноны / пер., вступ. ст., коммент. В. В. Малявина. М.: Астрель: АСТ, 2002. 55 с.
9. Чэнь Юань. История Чая. М.: Вост. лит., 1984. 76 с.
10. Шэнь Нун. Травник Шэн-нуна. М.: Эксмо, 2001. 82 с.

Статья поступила в редакцию 16.01.2017; принята к публикации 25.02.2017

Библиографическое описание статьи

Чжоу Сяовэй. Исследования чайной культуры в Древнем Китае // Гуманитарный вектор. 2017. Т. 12, № 3. С. 157–161.

Zhou Xiaowei,
Lecturer,
Heilongjiang International University
(1 South Shida Road, Limin Development Zone,
Harbin, China, 150025),
e-mail: 3076380781@qq.com

Research on Chinese Tea Culture in Ancient China

The article briefly examines the history of the study of tea culture in ancient China. Chinese tea culture has a long history; its development reflects the changes in social culture. It is a significant indicator of civilization: the ancient Chinese people studied the character of nature, conquered nature. Chinese tea culture is also an important part of Chinese culture. The use of tea had different functions: tea was used as a drink, as a medicine and as an element of sacrifice. The formation process of tea culture is the result of the people's achievement of civilization. Even Buddhism, Confucianism and Taoism played an important role in the development of tea culture. At the same time, the content of tea culture is not limited to just drinking tea. It also includes other cultural factors.The article analyzes different studies of tea culture conducted by famous scientists and some folk tales about Tea. It generalizes these studies and determines the directions for the study of tea culture.The purpose of this research is to determine the role of tea culture, to establish the features of its functioning. The work is based on the theoretical achievements of science on tea culture. The methods of this work include the descriptive method using the techniques of observation, interpretation, comparison, generalization; the method of continuous sampling; the quantitative method; the method of component and contextual analysis.

Keywords: tea culture, tea consumption, Chinese culture, medicinal product

References

1. Van Bo. Pravila sluzhashchikh. M.: Sovremennyi pisatel', 1987. 96 s.
2. Li Van'fan'. Istoriya vyrashchivaniya kitaiskogo rasteniya. M.: Vost. lit., 2007. 55 s.
3. Lu Yui. Kanon chaya / per. s kit., vved. i komment. A. T. Gabueva i Yu. A. Dreizis. M.: Gumanitarii, 2009. 123 s.
4. U Tszyuenou. Kommentarii k Traktatu o chae. M.: Vost. lit.,1987. 120 s.
5. Khan' E. Zapiski o vremenakh goda. M.: Nauka, 1987. 87s.
6. Tsvei Khao. Traktat o pitanii. M.: Astrel', 2002. 570 s.
7. Tsin' Chzhan' Tsyui. Zapiski strany Khua Yan. M.: Vost. lit., 1998. 97 s.
8. Chzhuan-tszy. Daosskie kanony / per., vstup. st., komment. V. V. Malyavina. M.: Astrel': AST, 2002. 55 s.
9. Chen' Yuan'. Istoriya Chaya. M.: Vost. lit., 1984. 76 s.
10. Shen' Nun. Travnik Shen-nuna. M.: Eksmo, 2001. 82 s.

Received: January 16, 2017; accepted for publication February 25, 2017

Reference to the article

Zhou Xiaowei. Research on Chinese Tea Culture in Ancient China // Humanitarian Vector. 2017. Vol. 12, No. 3. PP. 157–161.