

УДК 663.95

СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА И ИЗМЕНЕНИЕ ТЕАНИНА В ЧАЙНЫХ ЛИСТЯХ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

© М.М. Джахангиров, М.А. Магеррамов*

*Ленкоранский государственный университет, пр. Ази Асланова, 50,
Ленкорань, AZ4200 (Азербайджан), e-mail: mikailbyst@mail.ru*

Показано, что одним из основных химических соединений, определяющий вкус и аромат чая, являются белки и аминокислоты. Наиболее богаты белками зеленые чаи, при этом повышенное содержание белка не вредит качеству этого чая, но снижает качества черного чая, ухудшает его вкус.

В результате анализа обнаружены 16 аминокислот, в том числе 8 незаменимых. Из общего количества аминокислот основным является теанин. В сорте Азербайджан-1 его количество составляет 41.3% от общего, а в сорте Колхида – 38.8%. При завяливании чайного листа обоих сортов увеличивается (в среднем на $25.0 \pm 1.40\%$) содержание всех аминокислот, кроме серина, треонина и глутамина. На всех этапах переработки чайного листа происходит уменьшение теанина и увеличивается содержание глутаминовой кислоты, причем существенные потери теанина происходят на стадии завяливания (до 50%) и сушки (до 34%).

В результате проведенных работ установлено, что на процесс экстракции теанина влияют размер частицы чайного листа, температура и время экстракции. При этом оптимальными являются: размеры частицы чайного листа – 200–450 мкм, температура экстракции – 80–85 °С и время экстракции – 20–25 мин.

Ключевые слова: чай, аминокислоты, теанин, хроматография, экстракция.

Введение

В настоящее время чайное растение относят к покрытосеменным растениям (Angiospermae), класс двудольные (Dicotyledonae), порядок чаецветные (Thea ceae), род чай (Thea). Существует два вида чая: китайский чай (*Thea sinensis*) и индийский, или ассамский чай (*Thea assamica*) [1]. Оба вида – вечнозеленые растения. Однако разновидности чайного растения, объединенные в *Thea sinensis*, более морозоустойчивы, чем разновидности, объединенные в *Thea assamica*. *Thea sinensis* является «северным» видом чая (его морозостойкость доходит до минус 12–15 °С). Китайский чай произрастает преимущественно в странах субтропического климата – в Китае, Японии, Грузии, Азербайджане и в северных районах Индии [1–3].

Несмотря на то, что история возникновения чайных кустов в Азербайджане восходит к концу XIX в., чайное хозяйство в Азербайджане начало развиваться с 1932 г. в Ленкорано-Астаринской зоне, а затем в Закатале-Белоканской зоне. Уже к концу XX в. производство чайного листа в Азербайджане превысило 34.0 тыс. т, количество чаеперерабатывающих фабрик составило 14, а чаефасовочных – 2. К сожалению, в нулевых годах объем производства и переработки чайного листа существенно сократился. Благодаря проведенной в последние годы целенаправленной работе в республике отрасль заново возрождается, расширяются площади чайных плантаций, усиливаются селекционные и научно-исследовательские работы по выращиванию и переработке чайного листа [1, 3].

Самым важным вегетативным органом чая, из-за которого растение, собственно, и культивируют, являются листья. Листья основных видов чайного куста *Thea sinensis* и *Thea assamica* различаются между

Джахангиров Мухендис Мамедгусейин оглы – диссертант, e-mail: mmcsay@mail.ru

Магеррамов Михаил Акпер оглы – доктор технических наук, советник ректора, доцент кафедры технологии и технических дисциплин, e-mail: mikailbyst@mail.ru

собой не только морфологически, но и по химическому составу. Поэтому чаи, полученные от разных видов чайного растения, различны по вкусовым и ароматическим достоинствам. Разница в химиче-

* Автор, с которым следует вести переписку.

ском составе разновидностей чайного куста является результатом различия их наследственных свойств, установившихся под влиянием различных климатических условий произрастания. Качество сырья и полученной из него продукции во многом зависит от химического состава зеленого чайного листа. Во всем мире учеными ведутся большие работы по изучению зеленого чайного листа и тех превращений, которые протекают в нем при технологической переработке, проводятся систематические биохимические исследования, касающиеся сырья и технологии производства чая. Биохимики отмечают, что созревший чайный лист содержит более 130 различных веществ и соединений, определяющих главные достоинства чая – вкус, аромат и цвет [3–10].

Одним из основных химических соединений, определяющих вкус и аромат чая, являются белки и аминокислоты [4, 9, 10].

Содержание белков и аминокислот в чае составляет в среднем 25% [8]. Наиболее богаты белками зеленые чаи, при этом повышенное содержание белка не вредит качеству этого чая, но снижает качества черного чая, ухудшает его вкус [9].

Важной аминокислотой чая является теанин, обеспечивающий вкус настоев зеленого чая: сладковатый, пикантный и являющийся показателем качества чая [10]. Теанин (γ -этиламин-L-глутаминовая кислота), специфическая аминокислота в зеленом чае (*Camellia Japonica*, *Camellia sinensis*), имеет положительное воздействие на здоровье, выявленное в последние годы [7–10].

Теанин впервые выделен в 1949 г. из чайного листа со стороны Сакато (Sakato) [11]. Полученное вещество представляло собой иглообразную кристаллическую массу с температурой плавления 217 °С, не растворимую в этиловом спирте и диэтиловом эфире, однако хорошо растворимую в воде [12, 13]. Теанин, известный как глутаминовая кислота, γ -этиламин или 5-N-этилглутамин в свободном виде встречается только в чае и у одного вида грибка (*Xerocomus badius*) [14, 15]. По химической структуре он подобен глутамину, одной из трех аминокислот, связанных с процессами возбуждения и торможения в мозге – глутамин, глутаминовая кислота и γ -аминомасляная кислота (ГАМК). L-теанин вмешивается (как сходный химически) в эффекты, которые осуществляет глутамин, и таким образом влияет на процессы успокоения и стабилизации в мозге. Преодолевает гематоэнцефалический барьер и распространяется в межклеточных пространствах мозговых клеток – астроцитах (имеющих отношение к мозговому обмену) и нейронах (функциональных единицах, передающих возбуждение и осуществляющих процессы торможения, которые регулируют возбудительные процессы), что определяет L-теанин как эффективное антистрессовое средство. Стресс и тревожность являются изнуряющими состояниями, которые расстраивают гормональный баланс и приводят к целостному ухудшению здоровья. Это болезненное состояние, при котором часть симптомов относится к психической и эмоциональной сфере: напряженность, беспокойство, плохой сон, необоснованные навязчивые страхи, нарушения концентрации, депрессия, агрессия, сексуальные расстройства [9, 10]. Стресс подавляет иммунную систему, что делает организм уязвимым к патогенным инфекциям. L-теанин улучшает иммунные реакции при инфекции, обеспечивает быстрый иммунный ответ, увеличивая способность Т-клеток справиться с заболеванием (иммунные клетки выделяют в 5 раз больше интерферона – агента в борьбе с инфекциями и опухолями). L-теанин оказывает значительный эффект на освобождение или уменьшение нейротрансмиттеров (серотонина и допамина), улучшая возможности памяти. Имеет благоприятный эффект на кровообращение мозга и действует как антиоксидант, сохраняющий жизнь нервных клеток. L-теанин уменьшает симптомы предменструального синдрома. Кроме того, ежедневный прием L-теанина нормализует кровяное давление и снижает оксидативный стресс [14, 15].

Учитывая исключительную биологическую активность аминокислот, в том числе L-теанина [4, 14, 15], целью настоящей работы является исследование аминокислотного состава и содержание L-теанина в чайных листьях, выращенных в условиях Азербайджанской Республики, а также используемые готовые чайные продукты различной марки, потребляемые населением Азербайджана. Такая работа в республике проводится впервые.

Экспериментальная часть

Объектами исследования были чайные листья, выращенные в хозяйствах Ленкоранского района, поступившие на переработку в Ленкоранский «ММС» по производству и переработке чая в период май–сентябрь 2014–2017 гг. Сорты чайных листов, интродуцированные и районированные в Азербайджанской Республике: Колхида, Азербайджан-1, Азербайджан-2, Азербайджан-4.

Для определения аминокислотного состава экстракта чайного листа и чая был проведен их кислотный гидролиз до свободных аминокислот и определен их качественный и количественный состав. Аминокислотный состав определяли на автоматическом анализаторе аминокислот ААА 339 М (Mikrotechna, Чехия) [16, 17] при температуре 110 °С в течение 24 ч.

Определение L-теанина проводили с применением высокоэффективного жидкостного хроматографа (ВЭЖХ), по методикам, описанным в работах [18, 19], с некоторыми нашими модификациями. При этом использовали стандартные вещества L-теанина для сравнения с хроматограммами экстракта чайного листа, выращенного в Азербайджанской Республике.

Определение проводили в зависимости от условия и режима производства (завяливание, скручивание, ферментации и сушки), а также экстракции (размеры частиц, время, температуры). Результаты этих определений показаны и описаны в разделе «Обсуждение результатов».

Экстракцию проводили следующим образом. 0.25 г образца чая взвешивали в стеклянных пробирках, добавляли 50 мл дистиллированной воды и образцы экстрагировали в течение 25 мин на водяной бане при температуре 80 °С. В конце периода экстракции образцы чая охлаждали в водопроводной воде в течение 5 мин. Охлажденные образцы перемешивали в центрифуге в течение 1 мин и скорости вращения 3500 об/мин. Образцы сначала декантировали, затем фильтровали через крупный бумажный фильтр, а после пропускали через мембранный фильтр диаметром отверстий 0.22 мкм и переносили в пробирки. Экстракты хранили при 24 °С до анализа.

Обсуждение результатов

Если многие аминокислоты в чае встречаются в незначительном количестве или в виде следов, то теанин составляет не менее 50% от всех аминокислот [15, 20]. В чайных листьях обнаружено 1–2% теанина в пересчете на сухие вещества [15, 21]. В работах [20, 23] обнаружена прямая корреляция между содержанием теанина и качеством зеленого чая. Структура теанина имеет сходства структуры глутамина и γ -глутамил дипептиды растений. Глутаминовая кислота и этиламин – исходные вещества биосинтеза теанина [20, 24].

Аминокислотный состав свежесобранных чайных листов сорта Азербайджан-1 и Колхида показаны в таблице 1.

В составе экстракта обнаружены 16 аминокислот, в том числе 8 незаменимых. В экстракте чайного листа из незаменимых не обнаружены триптофан и метионин.

Как следует из таблицы 1, из общего количества аминокислот основным является теанин. В сорте Азербайджан-1 его количество составляет 41.3% от общего, а в сорте Колхида – 38.8%.

Поскольку аминокислоты участвуют в образовании аромата чая, определенный интерес представляет изменение аминокислотного состава в процессе производства черного чая, т.е. при завяливании, скручивании, ферментации и сушке чайного листа.

Таблица 1. Средний аминокислотный состав (АК) чайных листов, мг/л

Аминокислоты	Исходное – до переработки		После переработки	
	Азербайджан-1	Колхида	Азербайджан-1	Колхида
Теанин	1018.4±1.32	887.1±0.96	804.3±1.26	706.2±1.14
Глутаминовая кислота	279.6±0.88	288.5±1.37	283.2±1.18	295.8±2.05
Аспаргиновая кислота	347.3±2.26	310.9±1.84	309.3±2.35	279.4±0.96
Аргинин	190.5±1.98	173.6±0.85	176.3±0.68	162.3±2.40
Глутамин	167.8±3.12	169.7±1.11	183.8±2.02	179.5±3.26
Серин	97.6±0.87	108.3±1.67	81.4±2.43	84.5±0.98
Треонин	52.5±2.28	50.2±1.44	43.1±0.67	44.7±2.19
Аланин	44.9±0.66	41.8±2.18	59.3±1.49	60.7±0.83
Аспаргин	56.2±2.45	59.3±1.87	94.5±1.88	98.7±3.10
Лизин + гистидин	42.9±1.67	39.8±2.23	46.9±0.93	45.2±2.42
Фенилаланин	28.6±0.62	30.3±3.06	64.7±1.41	61.8±1.92
Тирозин	39.3±1.87	41.2±2.35	69.1±2.08	72.0±2.41
Лейцин + изолейцин	31.4±2.06	29.7±1.78	62.5±2.32	60.9±1.98
Валин	68.5±3.08	56.8±1.68	123.7±2.48	126.2±3.16
Сумма АК	2465.5±1.80	2287.2±1.74	2402.1±1.56	2277.9±2.03

Как показали опыты, проведенные нами в 2014–2017 гг. в производственных и лабораторных условиях, при завяливании зеленого чайного листа обоих сортов увеличивается (в среднем на $25.0 \pm 1.40\%$) содержание всех аминокислот, кроме серина, треонина и глутамина. Это увеличение происходит за счет гидролиза белковых веществ и за счет частичного удаления влаги, в т.ч. химически связанной воды.

Следует отметить, что хиноны, которые образуются в результате ферментативного окисления катехинов, взаимодействуют с аминокислотами (особенно активно при высокой температуре), с образованием альдегидов [4]. Последние непосредственно или в виде продуктов их превращения участвуют в образовании характерного аромата чая. При высокой температуре в результате взаимодействия аминокислот и дубильных веществ выделяются альдегиды, углекислый газ и аммиак. Например, при взаимодействии танина с валином образуется изомаляновый альдегид, с аланином – ацетальдегид, с лейцином – изовалерьяновый альдегид. Одновременно при высокой температуре с танином взаимодействуют некоторые альдегиды. Так, фурфурол и искусственный альдегид с чайным танином образуют темноокрашенный продукт, при этом содержание катехинов уменьшается.

Надо отметить, что во время ферментации, которая в основном заканчивается в процессе скручивания, содержание аминокислот несколько уменьшается. Следует также отметить, что во время ферментации имеет место окислительное дезаминирование аминокислот [4]. Вследствие этого содержание аминокислот должно резко снизиться. Однако, как показывают результаты наших анализов, этого не наблюдается. На наш взгляд, во время ферментации продолжается частичный гидролиз белковых веществ, в результате которого образуется некоторое количество аминокислот. Поэтому уменьшение аминокислот во время ферментации за счет окислительного дезаминирования не принимает резкого характера. При термической же обработке, как и следовало ожидать, количество уменьшается более интенсивно.

Как было указано выше, доказано участие аминокислот в образовании аромата чая [2, 4]. Однако при скручивании, ферментации и сушке содержание аминокислот постепенно уменьшается, причем при сушке более интенсивно.

Наряду с этим, как отмечено выше, из общего количества содержания аминокислот в чайном листе основным является теанин, хроматограмма которого для сорта Азербайджан-1 показана на рисунке 1. Как следует из хроматограммы (рис. 1), пик теанина хорошо иллюстрирован соответственно при возбуждении (Excitation) и излучении (Emission), длина волн 340 и 450 нм. Ранее нами проводились испытания с чайным листом сорта Колхида при длине волн 330 и 418 нм (рис. 2). Однако результаты исследований при длине волн 340 и 450 нм дает более четкие пики. Несмотря на это при изучении хроматограммы теанина чайного листа после 25–30 мин испытаний вновь появляются некоторые повышения пика волн. Изучение нами характера этих волн продолжается. Как было отмечено, при этом использовали стандартные вещества L-теанина для сравнения с хроматограммами экстракта чайного листа сорта Колхида. Хроматограмма теанина образца чайного листа сорта Колхида с добавлением стандартного вещества L-теанина, показанного на рисунке 2, идентично хроматограмме приведенного в работе [19].

Учитывая роль теанина в формировании качества готовой чайной продукции, нами проводилось изучение содержания теанина в зависимости от марки (сорта), типа, страны производства чая как произрастающего в Азербайджанской Республике, а также импортируемого на азербайджанский рынок.

Содержание L-теанина в зависимости от марки (сорта), типа, страны производства чая показаны в таблице 2.

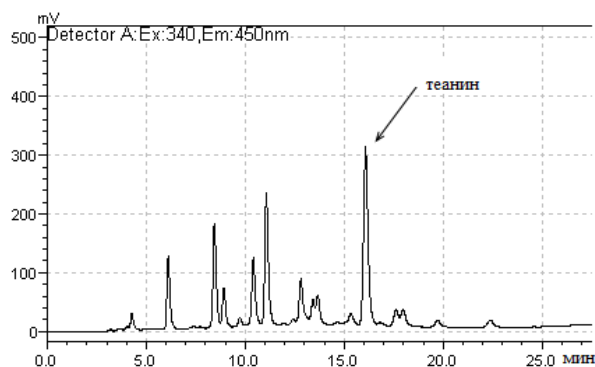


Рис. 1. Хроматограмма теанина свежесобранного зеленого чайного листа сорта Азербайджан-1

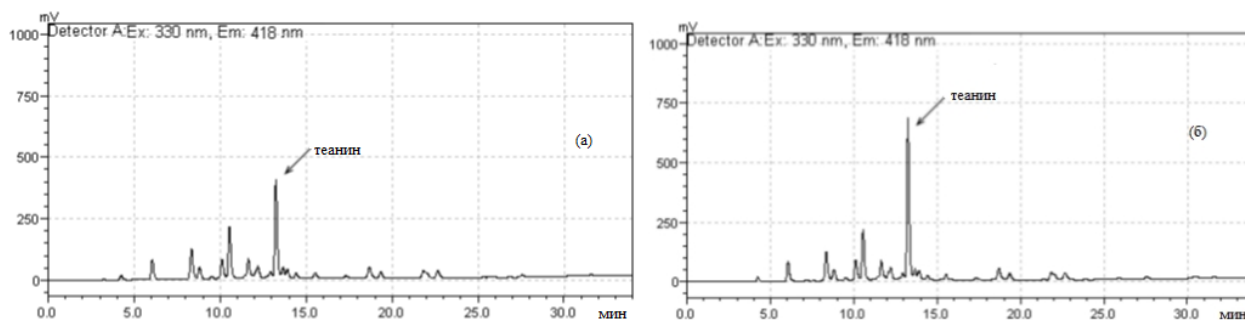


Рис. 2. Хроматограмма теанина чайного листа сорта Колхида (а) с добавлением стандартного вещества теанина (б)

Таблица 2. Среднее содержание L-теанина в чае различной марки и сортов

Марка (сорт) чая	Тип чая	Страна	Содержание L-теанина, мг/100 мл
Азербайджан-1	Черный	Азербайджан	16.47±0.51
Азербайджан-2	Черный	Азербайджан	12.63±0.18
Азербайджан-4	Черный	Азербайджан	16.90±0.46
Азербайджан-1	Зеленный	Азербайджан	14.59±0.61
Колхида	Черный	Азербайджан	11.72±0.23
Азерчай	Черный	Азербайджан	9.96±0.35
Фарманчай	Черный	Азербайджан	12.88±0.74
Ленкоранчай	Черный	Азербайджан	10.75±0.29
Букет Ленкорана	Черный	Азербайджан	14.93±0.62
Ceylon Pekoe*	Черный	Шри-Ланка	14.58±0.41
Ceylon Broken*	Черный	Шри-Ланка	8.29±0.37
Assam FOP*	Черный	Индия	7.18±0.32
Darjeeling FOP*	Черный	Индия	9.37±0.21
Gunpowder*	Зеленный	Китай	8.74±0.18
Yunnan*	Черный	Китай	13.31±0.26
Georgian FOP*	Черный	Грузия	9.04±0.13
Sencha*	Зеленный	Япония	12.46±0.17

* Марки чая, импортируемые на азербайджанский рынок и исследуемые нами для сравнения с химическим составом местных сортов.

Как следует из таблицы 2, самым высоким содержанием L-теанина обладают отечественные чаи Азербайджан-1, Азербайджан-2, Азербайджан-4, Фарманчай и Букет Ленкорана, а из импортируемых Ceylon Pekoe (Шри-Ланка), Yunnan (Китай) и Sencha (Япония). Относительно низким содержанием теанина обладали отечественные чаи Колхида, Азерчай и Ленкоранчай, а также импортируемые – Ceylon Broken (Шри-Ланка), Assam FOP и Darjeeling FOP (Индия), Georgian FOP (Грузия).

Как показали проведенные нами исследования, на всех этапах переработки чайного листа происходит уменьшение теанина и увеличивается содержание глютаминовой кислоты, причем существенные потери теанина происходят на стадии завяливания (до 50% от общих потерь) и сушки (до 34% от общих потерь). Эти результаты подтверждаются и исследованиями других авторов [19]. Очевидно, что в результате распада теанина образуется его составная часть – глютаминовая кислота.

Результаты изменений содержания L-теанина в чайных листьях при переработке показаны в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, общие потери L-теанина составляют от 19.72±0.26 до 22.07±0.37 мг/100 мл в зависимости от сорта переработанного сырья. Наибольшие потери наблюдаются у сорта Азербайджан-4 (22.07±0.37 мг/100 мл), наименьшие – у сорта Азербайджан-1 (19.72±0.26 мг/100 мл). При переработке сорта Азербайджан-4 потери L-теанина при завяливании к исходному сырью составляет 11.27%, при скручивании – 1.56%, при ферментации – 2.04%, а при сушке – 7.20%.

Опыты также показали, что при скручивании чайного листа потери L-теанина составляют в среднем 6–8%, а при одновременном измельчении и скручивании 18–21%, т.е. при измельчении перед скручиванием потери возрастают почти 3 раза.

Таблица 3. Изменение содержания L-теанина в чайных листьях при переработке

Сорт чая	Исходное содержание L-теанина, мг/100 мл	Изменение содержание L-теанина, мг/100 мл при				Общие потери L-теанина, % к исходному
		завяливании	скручивании	ферментации	сушки	
Азербайджан-1	15.42±0.34	13.96±0.48	13.72±0.16	13.41±0.31	12.38±0.27	19.72±0.26
Азербайджан-2	13.12±0.28	11.81±0.35	11.63±0.18	11.37±0.24	10.50±0.38	19.97±0.52
Азербайджан-4	16.68±0.46	14.80±0.21	14.54±0.38	14.20±0.19	13.00±0.42	22.07±0.37
Колхида	12.21±0.32	10.93±0.47	10.76±0.33	10.54±0.25	9.65±0.18	20.96±0.25

Помимо указанного, нами исследовано влияние размера частицы чайного листа, температуры и времени экстракции на процесс экстракции теанина. Аналогичные работы проведены и другими авторами [20, 21, 25, 26]. В результате проведенных нами работ установлено, что на процесс экстракции теанина влияют размер частицы чайного листа, температура и время экстракции. При этом оптимальными являются: размеры частицы чайного листа – 200–450 мкм, температура экстракции – 80–85 °С и время экстракции – 20–25 мин. Наши результаты близки полученным данным указанных авторов.

Выводы

Результаты анализа аминокислотного состава экстрактов зеленого чайного листа показали, что в составе экстракта чайного листа обнаружены 16 аминокислот, в том числе незаменимых. Из общего количества аминокислот основным является теанин. В сорте Азербайджан-1 его количество составляет 41.3% от общего количества, а в сорте Колхида – 38.8%. При завяливании зеленого чайного листа обоих сортов увеличивается (в среднем на 25.0±1.40%) содержание всех аминокислот, кроме серина, треонина и глутамина. Это увеличение происходит за счет гидролиза белковых веществ и за счет частичного удаления влажности, в том числе химически связанной воды. Однако при скручивании, ферментации и сушке содержание аминокислот постепенно уменьшается, причем при сушке более интенсивно. На всех этапах переработки чайного листа происходит уменьшение L-теанина и увеличивается содержание глутаминовой кислоты, причем существенные потери теанина происходят на стадии завяливания (до 50% от общих потерь) и сушки (до 34% от общих потерь). Очевидно, что в результате распада теанина образуется его составная часть – глутаминовая кислота.

Установлено, что при скручивании чайного листа потери L-теанина составляет в среднем 6–8%, а при одновременном измельчении и скручивании – 18–21%, т.е. при измельчении во время скручивания потери возрастают почти в 3 раза.

Помимо указанного установлено, что на процесс экстракции теанина влияют размер частицы чайного листа, температура и время экстракции. При этом оптимальными являются: размеры частицы чайного листа – 200–450 мкм, температура экстракции – 80–85 °С и время экстракции – 20–25 мин.

Список литературы

1. Quliyev F., Quliyev R. Çayçılıq. Bakı, 2014. 559 s.
2. Вагіров А. Азәрбајсан çayı. Bakı, 1993. 110 s.
3. Джахангиров М.М. Исследование химического состава и качества чая // Azərbaycan Texnologiya Universitetinin Elmi Xəbərləri. 2017. №1/23. С. 26–29.
4. Гогия В.Т. Биохимия субтропических растений. М.: Колос, 1984. 288 с.
5. Nuriyev Ə., Quliyev R. Çayın kimyası və emalının texnologiyası. Bakı, 2008. 122 s.
6. Мəһəггəмов М. Qida məhsulları texnologiyasının nəzəri əsasları. Bakı, 2012. 348 s.
7. Скрухин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика. М., 1991. 288 с.
8. Jain A., Manghani C., Kohli S., Nigam D., Rani V. Tea and human health: The dark shadows // Toxicology Letters. 2013. Vol. 220(1). Pp. 82–87.
9. Яшин Я.И., Яшин А.Я. Химический состав чая и его влияние на здоровье человека. М., 2010. 159 с.
10. Афонина С.Н., Лебедева Е.Н. Химические компоненты чая и их влияние на организм // Успехи современного естествознания. 2016. №6. С. 59–63.
11. Deng W., Ogita S., Ashihara H. Biosynthesis of theanine (γ -ethylamino-L-glutamic acid) in seedlings of *Camellia sinensis* // Phytochemistry Letters. 2008. N1. Pp. 115–119.
12. Chen Z.M., Wang H., You X., Xu N. The chemistry of tea non-volatiles // Tea, Bioactivity and Therapeutic Potential. Boca Raton, USA, 2002. Pp. 57–88.

13. Zheng G., Sayama K., Ohkubo T., Juneja L.R., Oguni I. Anti-obesity effects of three major components of green tea, catechins, caffeine and theanine, in mice // *In Vivo*. 2004. Vol. 18. Pp. 55–62.
14. Desai M.J., Armstrong D.W. Analysis of derivatized and underivatized theanine enantiomers by high-performance liquid chromatography/atmospheric pressure ionization-mass spectrometry // *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2004. Vol. 18. Pp. 251–256.
15. Thippeswamy R., Mallikarjun G., Rao D.H., Martin A., Gowda L.R. Determination of theanine in commercial tea by liquid chromatography with fluorescence and diode array ultraviolet detection // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006. Vol. 54. Pp. 7014–7019.
16. Козаренко Т.Д., Зуев С.Н., Муляр Н.Ф. Ионнообменная хроматография аминокислот (Теоретические основы и практика). Новосибирск, 1981. 160 с.
17. Мокшина Н.Я. Экстракция и определение ароматических α-аминокислот и водорастворимых витаминов – закономерности и новые аналитические решения: дис. ... доктора хим. наук. Воронеж, 2007. 329 с.
18. Henriquez-Aedo K., Vega H.M., Aranda B.M. Evaluation of tea functionality: Determination of L-theanine content in green and black teas by liquid chromatography // *J. Chil. Chem. Soc.* 2013. Vol. 58. N4. Pp. 2168–2171.
19. Ferda Sari. Çay işlemede teaninin miktarının değişimi. Doktora tezi. Ankara, 2010. 89 s.
20. Ekborg-Ott K.H., Taylor A., Armstrong D.W. Varietal differences in the total and enantiomeric composition of theanine in tea // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997. Vol. 45. Pp. 353–363.
21. Kvasnička F., Krátká J. Isotachophoretic determination of theanine // *Central European Journal of Chemistry*. 2006. Vol. 4(2). Pp. 216–222.
22. Ding Y., Yu H., Mou S. Direct determination of free amino acids and sugars in green tea by anion-exchange chromatography with integrated pulsed amperometric detection // *Journal of Chromatography A*. 2002. Vol. 982. Pp. 237–244.
23. Wang H.F., Tsai Y.S., Lin M.L., Ou A.S. Comparison of bioactive components in GABA tea and green tea produced in Taiwan // *Food Chemistry*. 2006. Vol. 96. Pp. 648–653.
24. Chen M. Tea and health-an overview // *Tea, Bioactivity and Therapeutic Potential*. Boca Raton, USA, 2002. Pp. 1–17.
25. Ying Y., Ho J.W., Chen Z.Y., Wang J. Analysis of Theanine in tea leaves by HPLC with fluorescence detection // *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 2005. Vol. 28. Pp. 727–737.
26. Alcázar A., Ballesteros O., Jurado J.M., Martin M.J., Vilches J.L., Navalón A. Differentiation of green, white, black, oolong, and pu-erh teas according to their free amino acids content // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. Vol. 55. Pp. 5960–5965.

Поступило в редакцию 5 ноября 2017 г.

После переработки 21 февраля 2018 г.

Для цитирования: Джахангиров М.М., Магеррамов М.А. Содержание аминокислотного состава и изменение теанина в чайных листьях, выращенных в условиях Азербайджанской республики // *Химия растительного сырья*. 2018. №3. С. 75–82. DOI: 10.14258/jcprm.2018033415.

Cahangirov M.M., Maharramov M.A. * CONTENT OF AMINO ACID COMPOSITION AND CHANGE OF THEANINE IN TEA LEAF IN THE AZERBAIJAN REPUBLIC

Lenkoran State University, pr. Azi Aslanova, 50, Lenkoran, AZ4200 (Azerbaijan), e-mail: mikailbyst@mail.ru

It was shown that the scent and taste of tea are determined by the level of protein and amino acid. Certainly, protoins that make up most part of proteins are noted among amino acids. All of them are considered L-shaped. Green tea mostly consists of proteins. Even the high level protein doesn't adversely impact the quality of tea yet that of black tea might be negatively influenced by that. Also, its taste will also be worsened by that.

As a result of analysis 16 amino acids and 8 unsubstituted substance was found. The main part of amino acid is taken by theanine. It takes 41.3% of Azerbaijan-1, 38.8% of Kolxida types respectively. In all stages of tea leaf processing the decrease of theanine and increase of glutamine is witnessed. Also, the loss of theanine happens during the purification (by 34%) and the fading stages.

As a result of the work carried out, it has been found that the size of the tea leaf particle, the temperature and the extraction time influence the extraction of the theanine. The optimum are: the size of the tea leaf particle is 200–450 μm, the extraction temperature is 80–85 °C, and the extraction time is 20–25 minutes.

Keywords: tea, amino acids, theanine, chromatography, extraction.

* Corresponding author.

References

1. Guliyev F., Guliyev R. *Chaychiliq*. [Tea-making]. Baki, 2014, 559 p. (in Azer.).
2. Bagirov A. *Azerbaijan chayi*. [Tea Azerbaijan]. Baki, 1993, 110 p. (in Azer.).
3. Dzhakhangirov M.M. *Azerbaijan Texnologiya Universitetinin Elmi Xeberleri*, 2017, no. 1/23, pp. 26–29. (in Russ.).
4. Gogiia V.T. *Biokhimiia subtropicheskikh rastenii*. [Biochemistry of subtropical plants]. Moscow, 1984, 288 p. (in Russ.).
5. Nuriyev A., Guliyev R. *Chayin kimiyasi ve texnologiyasi*. [Chemistry of chemistry and technology of processing]. Baku, 2008, 122 p. (in Azer.).
6. Maharramov M. *Qida mehsullari texnologiyasinin nezeri esaslari*. [Theoretical basics of food technology]. Baku, 2015, 448 p. (in Azer.).
7. Skrukhin I.M., Nechaev A.P. *Vse o pishche s tochkii zreniia khimika*. [Everything about food from the point of view of a chemist]. Moscow, 1991, 288 p. (in Russ.).
8. Jain A., Manghani C., Kohli S., Nigam D., Rani V. *Toxicology Letters*, 2013, vol. 220(1), pp. 82–87.
9. Iashin Ia.I., Iashin A.Ia. *Khimicheskii sostav chaia i ego vliianie na zdorov'e cheloveka*. [The chemical composition of tea and its effect on human health]. Moscow, 2010, 159 p. (in Russ.).
10. Afonina S.N., Lebedeva E.N. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia*, 2016, no. 6, pp. 59–63. (in Russ.).
11. Deng W., Ogita S., Ashihara H. *Phytochemistry Letters*, 2008, no. 1, pp. 115–119.
12. Chen Z.M., Wang H., You X., Xu N. *Tea, Bioactivity and Therapeutic Potential*, Boca Raton, USA, 2002, pp. 57–88.
13. Zheng G., Sayama K., Ohkubo T., Juneja L.R., Oguni I. *In Vivo*, 2004, vol. 18, pp. 55–62.
14. Desai M.J., Armstrong D.W. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 2004, vol. 18, pp. 251–256.
15. Thippeswamy R., Mallikarjun G., Rao D.H., Martin A., Gowda L.R. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, vol. 54, pp. 7014–7019.
16. Kozarenko T.D., Zuev S.N., Muliar N.F. *Ionoobmennaiia khromatografiia aminokislot (Teoreticheskie osnovy i praktika)*. [Ion-exchange chromatography of amino acids (Theoretical foundations and practice)]. Novosibirsk, 1981, 160 p. (in Russ.).
17. Mokshina N.Ia. *Ekstraksiia i opredelenie aromaticeskikh α -aminokislot i vodorastvorimykh vitaminov – zakonornosti i novye analiticheskie resheniia: dis. ... doktora khim. nauk*. [Extraction and determination of aromatic α -amino acids and water-soluble vitamins - regularities and new analytical solutions: dis. ... Doctor of Chemical Sciences]. Voronezh, 2007, 329 p. (in Russ.).
18. Henriquez-Aedo K., Vega H.M., Aranda B.M. *J. Chil. Chem. Soc.*, 2013, vol. 58, no. 4, pp. 2168–2171.
19. Ferda Sari. *Çay işlemede teaninin miktarinin değişimi. Doktora tezi*. [Change in amount of teanin tea processing. Ph.D. Thesis]. Ankara, 2010, 89 p. (in Turk.).
20. Ekborg-Ott K.H., Taylor A., Armstrong D.W. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, vol. 45, pp. 353–363.
21. Kvasnička F., Krátká J. *Central European Journal of Chemistry*, 2006, vol. 4(2), pp. 216–222.
22. Ding Y., Yu H., Mou S. *Journal of Chromatography A.*, 2002, vol. 982, pp. 237–244.
23. Wang H.F., Tsai Y.S., Lin M.L., Ou A.S. *Food Chemistry*, 2006, vol. 96, pp. 648–653.
24. Chen M. *Tea, Bioactivity and Therapeutic Potential*, Boca Raton, USA, 2002, pp. 1–17.
25. Ying Y., Ho J.W., Chen Z.Y., Wang J. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 2005, vol. 28, pp. 727–737.
26. Alcázar A., Ballesteros O., Jurado J.M., Martin M.J., Vilches J.L., Navalón A. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, vol. 55, pp. 5960–5965.

Received November 5, 2017

Revised February 21, 2018

For citing: Cahangirov M.M., Maharramov M.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 75–82. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018033415.