

УДК 681.2.089

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНИРОВАНИЯ В ЧАЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.А. Алиев<sup>1</sup>, А.А. Аскеров<sup>2</sup>, Э.И. Исаев<sup>1</sup>,  
А.Т. Низамов<sup>1</sup>, Т.И. Низамов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственная компания “Зейтун”,  
Баку, Азербайджанская Республика  
e-mail: a.aliyev@naa.edu.az; isayevenver@gmail.com; telmaninayat@rambler.ru

<sup>2</sup>Группа компаний Azersun Holding, Баку, Азербайджанская Республика  
e-mail: akif.asgerov@intersun.az

*Рассмотрено влияние малых доз озона (0,06...0,08 мг/м<sup>3</sup>; 0,03...0,04‰) на степень ферментации чая, собранного в октябре. Ферментация выполняется в промышленных условиях производства черного байхового чая. Предложены иерархическая структура и последовательность биохимических реакций, происходящих в процессе ферментации чая во влажной озono-воздушной смеси. Определены характерные значения качественных показателей (содержание танина, кофеина, экстрактивных веществ и плесневых грибов) на контрольном и испытуемом образцах чая, а также установлено их соответствие требованиям стандартов. Найдены оптимальные значения концентрации озона, температуры и влажности, в 4 раза сокращающие продолжительность процесса по сравнению с продолжительностью традиционной технологии и повышающие качественные показатели конечного продукта не ниже требований, предъявляемых к чаю I сорта согласно ГОСТ 1937–90.*

**Ключевые слова:** чай, ферментация, озон.

## USE OZONIZATION IN TEA PRODUCTION

A.A. Aliev<sup>1</sup>, A.A. Askerov<sup>2</sup>, E.I. Isaev<sup>1</sup>,  
A.T. Nizamov<sup>1</sup>, T.I. Nizamov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Scientific Production Company “Zeitun”, Baku, Azerbaijan Republic  
e-mail: a.aliyev@naa.edu.az; isayevenver@gmail.com; telmaninayat@rambler.ru

<sup>2</sup>Group Companies Azersun Holding, Baku, Azerbaijan Republic  
e-mail: akif.asgerov@intersun.az

*The effect of low ozone doses (0,06...0,08 mg/m<sup>3</sup>; 0,03...0,04‰) on fermentation of Azerbaijani tea collected in October is considered. The fermentation of Lapsany black tea was carried out in industrial production conditions. Hierarchical scheme and sequence of biochemical reactions of the fermentation process of tea in humid ozone-air mixture was proposed. The characteristic values of quality (content of tannin, caffeine, extractives and molds) for the control and test samples of tea were defined and their compliance with the standards was established. The optimal ozone concentration, temperature and humidity were defined which reduce four times fermentation process duration (compared with traditional technology) and increase quality characteristics of final product up to State Standard RF (GOST) no. 1937–90 Grade I requirements.*

**Keywords:** ozone, tea, fermentation.

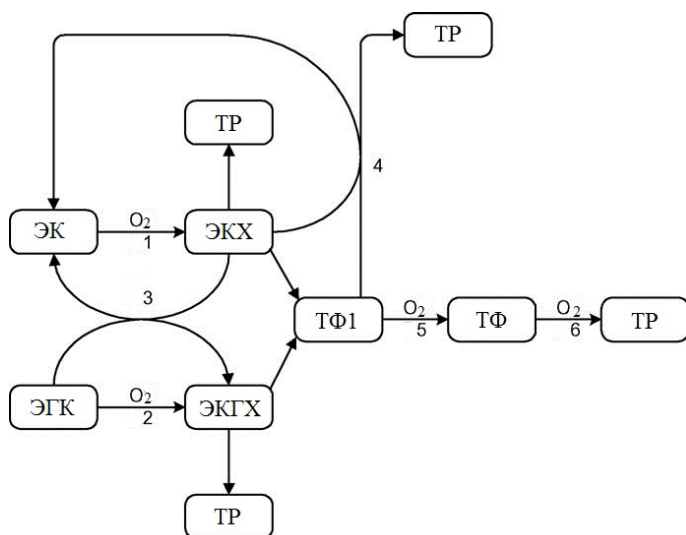
**Введение.** Ферментация — одна из важнейших технологических операций, от которой зависят категория и качество чая. В зависимости от степени ферментации чай условно подразделяют на зеленые, белые, желтые (неферментированные или слабоферментированные), улун, черные (среднеферментированные) и пуэры (чай с наивысшей степенью ферментации). Сущность процесса заключается в протекании сложных многостадийных биохимических реакций фенольных соединений (эпикатехин, эпигаллокатехин, эпигаллокатехин-хиноны и др.), определяющих в итоге качество готового продукта.

Иерархическая структура и последовательность биохимических реакций при ферментации описана в работе [1] (рис. 1).

Согласно приведенной схеме, необходимым условием для проведения процесса ферментации является кислород как активный агент окислительных реакций. Процесс ферментации начинается с окисления эпикатехина и эпигаллокатехина с образованием эпигаллокатехин-хинонов и эпикатехин галлат-хинонов, которые далее превращаются в теарубигины и теафлавины.

Основная задача при повышении качества чая и увеличения его производства — обеспечение интенсификации и равномерности протекания окислительных процессов в чайном листе, в результате которых образуются вещества, обуславливающие специфичность и качество продукта [2].

Традиционно применяемый в чайной промышленности способ ферментации черного чая заключается в выдержке сырья в течение не-



**Рис. 1. Иерархическая структура и последовательность биохимических реакций при ферментации черного чая:**

ЭГК — эпигаллокатехин; ЭК — эпикатехин; ЭКХ — эпигаллокатехин-хиноны; ЭКГХ — эпикатехин галлат-хиноны; ТФ1, ТФ — теафлавины; ТР — теарубигины; 1–6 — порядковые номера очередности протекания реакций [1]

скольких часов при температуре 22...24°C и влажности 95...98%, а также в обеспечении доступа свежего воздуха в помещение и контроле готовности сырья оператором [3]. С учетом этого традиционный способ представляет собой относительно длительный технологический процесс, что связано с низкой активностью окислительной среды (воздуха), что затрудняет технологически непрерывный цикл производства чая. Этот факт наряду с некоторой бактериальной обсемененностью ферментируемого сырья снижает качественные показатели конечного продукта.

В нескольких работах были предложены варианты технологий, ускоряющих процесс ферментации, повышающих качество чая и его производство. Сущность некоторых технологий заключается в стимулировании процессов ферментации посредством максимального измельчения листовой массы до мелкодисперсного состояния. Измельчение сырья достигается не только механическим скручиванием, но и с помощью быстрого и глубокого замораживания (в клетках листьев образуются кристаллы льда, что приводит к их разрушению [4]), обработкой листа газообразной углекислотой при высоком давлении (резкое снижение давления до атмосферного вызывает “взрыв” клеточных оболочек [5]). Продолжительность ферментации в указанных случаях снижалась до 75...90 мин.

Известна технология, при которой ферментацию инициируют тепловым ударом до температуры 38...100°C (предпочтительно до 50...60°C) в течение 0,5...10 мин (предпочтительно в течение 1...3 мин) и последующей ферментацией чая в течение 1...24 ч (предпочтительно 2...7 ч) [6].

Несмотря на перспективность перечисленных технологий, они не нашли широкого применения на производстве в связи с необходимостью использования громоздкого специфического оборудования и реагентов (объемных морозильных камер для быстрой и глубокой заморозки, камер высокого давления с подачей углекислоты, нагревательных устройств для резкого и кратковременного нагрева чайной массы до высокой температуры). Следует отметить, что минимальная продолжительность процесса ферментации в этих случаях составляла более 1 ч. С ростом степени ферментации чайного листа содержание в нем такого определяющего показатель качества продукции элемента, как кофеин, снижается, поэтому наивысший процент кофеина содержат белые и зеленые чаи [7]. Таким образом, можно предположить, что сокращение продолжительности ферментации может способствовать и большему сохранению кофеина в чае.

Как было отмечено выше, необходимым агентом для проведения ферментации является кислород, непосредственно влияющий на ход

процесса. Тем не менее одно только прямое добавление молекулярного кислорода к ферментирующемуся листу не ускоряет ферментации [8].

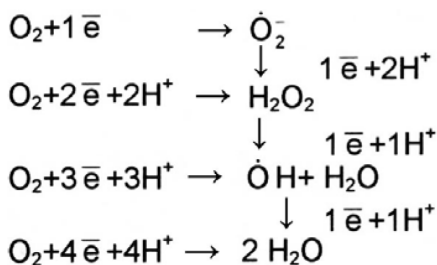
В связи с этим целесообразно увеличить в среде помещения для ферментации содержание активного атомарного кислорода путем распыления озono-воздушной смеси. В дальнейшем озон распадается на активный атомарный и молекулярный кислород с выделением энергии 24 ккал/моль [9]:



Здесь  $M = \{N_2, CO_2, He, Ar, H_2O, N_2O\}$ .

Распад озона ускоряется при его взаимодействии с поверхностями различных тел [10]. В рассматриваемом случае речь может идти о водяной пыли, обеспечивающей требуемый уровень влажности в помещении и в самом обрабатываемом сырье: поверхности мельчайших капель воды и измельченные фрагменты ферментируемых чайных листьев значительно увеличивают общую площадь взаимодействия с озоном, что приводит к возрастанию скорости его распада.

Озон, будучи аллотропной формой кислорода, является в несколько раз более активным окислителем [11]. Для биологических процессов наиболее важны радикалы кислорода  $\dot{O}_2^-$ ,  $\dot{O}H$ ,  $H\dot{O}_2$ , которые вместе с синглетным кислородом носят название активных форм кислорода. Биологическое воздействие включает в себя участие активных форм кислорода, активизирующих окислительные процессы в живых клетках. Реакции с озоном в клетке происходят в водной среде, где и возникают новые активные формы кислорода в результате восстановления молекулярного кислорода [12]. Реакции восстановления молекулы кислорода с образованием супероксидного анионрадикала  $\dot{O}_2^-$ , пероксида водорода  $H_2O_2$  и гидроксильного радикала  $\dot{O}H$  [12] приведены ниже:



В работе [13] предложен способ переработки чайного листа, при котором на последней стадии скручивания создают водную суспензию, подвергаемую экстракции с одновременной подачей в течение 6...7 мин озono-воздушной смеси с концентрацией озона 2,5...3,0 мг/л (1200...1500 ‰) с расходом 55 л/мин на 1 кг абсолютного сухого чая. Такой способ с помощью озонирования интенсифицирует процессы окисления и стерилизует сырье от бактерий и вирусов.

После скручивания и обдува озono-воздушной смесью осуществляют традиционный процесс ферментации. Указанный способ также не нашел широкого применения по нескольким причинам. Использование столь высоких доз озона (более чем в 12 000 раз выше ПДК) может представлять прямую угрозу здоровью персонала и налагает крайне высокие требования к конструкции оборудования, которая не должна допускать утечек. Большие дозы озона позволяют эффективно дезинфицировать сырье, однако требуют применения высокопроизводительного генератора озона, способного за 6...7 мин обеспечивать в обрабатываемом объеме концентрацию озона 1200...1500 ‰. Даже столь большой объем активного газа при экспозиции 6...7 мин недостаточен для эффективного ускорения процесса ферментации: весь газ не успеет полностью прореагировать в реакциях окисления и ферментации, вследствие чего возникает необходимость использовать дополнительное оборудование для ускоренного принудительного разложения озона до молекулярного кислорода.

В чайном производстве применяется локальный способ ферментации небольших партий чая из лекарственных трав в течение 25...30 мин, помещенного в поле коронного разряда [14]. При этом электроактивное поле генерируется в момент коронного разряда непосредственно в растительной массе чая. Однако в связи с неизбежным неравномерным и хаотичным распределением сырья в нем возникают локальные участки разной электрической проводимости, что обуславливает неравномерный характер воздействия поля и не в полной мере обеспечивает качественную ферментацию. Кроме того, использование такого способа для массовой обработки сырья при производстве черного чая создает значительные сложности, поскольку для обработки больших объемов сырья требуется габаритное и громоздкое электрическое устройство, что удорожает себестоимость ферментации. Наряду с этим для применения открытого коронного разряда необходимо соблюдение норм безопасности, обеспечиваемых с помощью специальных приспособлений, блокировки аппаратов, ограждающих устройств и устройств для снижения напряженности электрического поля до допустимых значений и т.д. [15].

Авторами была сделана попытка восполнить пробел в технологии ферментации чая, в частности, используя высокие окислительные свойства озона для обработки ферментирующегося сырья в целях повышения качества черного чая и увеличения его производства.

Экономически наиболее выгодным, эксплуатационно простым и безопасным является синтез озона из кислорода воздуха электрическим путем в озонаторах барьерного разряда. Концентрацию озона

в озono-воздушной смеси на выходе озонатора можно регулировать изменением рабочего напряжения озонатора.

Цель настоящей работы — установление характера влияния обработки чайного сырья озono-воздушной смесью на процесс его ферментации для обеспечения повышения качества и производства чая.

**Материалы и методы исследования.** В качестве сырья для ферментации были использованы трехлистные побеги октябрьского чая с плантаций Чайной фабрики № 1 Azersun Holding (Ленкоранский район, Азербайджан), прошедшие стандартные операции завяливания и скручивания. Сырье размещали в стандартных деревянных ящиках размером  $900 \times 650 \times 110$  мм, которые укладывали штабелями высотой не более 50 см. Ферментации подвергли две партии продукта, одна из которых (контрольная партия) ферментировалась традиционным способом, вторая — с использованием озono-воздушной смеси.

Процесс ферментации стимулировали непрерывной продувкой сырья озono-воздушной смесью. С выхода озонатора, расположенного вне помещения, смесь с концентрацией озона  $0,03 \dots 0,04 \text{ ‰}$  ( $0,06 \dots 0,08 \text{ мг/м}^3$ ) через гибкий шланг подавалась на функциональный вход гигротемпера, распыляющего водяную пыль и обеспечивающего требуемую относительную влажность  $95 \dots 98 \text{ ‰}$  и температуру  $22 \dots 24 \text{ °C}$  в помещении.

В целях безопасности концентрация озона ( $0,06 \dots 0,08 \text{ мг/м}^3$ ) была выбрана ниже допустимой для человека концентрации ( $0,1 \text{ мг/м}^3$ ) [16].

В процессе ферментации в атмосфере озono-воздушной смеси измеряли концентрацию озона в помещении, температуру и влажность воздуха, продолжительность и степень ферментации процесса, а также число колоний плесневых грибов.

Концентрацию озона определяли в непосредственной близости от тары с ферментируемым сырьем озонметром UV-106M (2B TECHNOLOGIES, США), работающем на основе спектрофотометрического метода. Озонметр имеет диапазон измерений  $0 \dots 1000 \text{ ‰}$ , чувствительность  $10 \text{ млрд}^{-1}$  и погрешность  $2 \text{ ‰}$ . Температуру и влажность замеряли стандартным промышленным психрометром ВИТ-2 с диапазоном измерений относительной влажности  $20 \dots 90 \text{ ‰}$  и температурой  $15 \dots 40 \text{ °C}$ .

Степень ферментации определяли визуально по цвету сырья — ферментация завершалась по достижении медно-красно-коричневого цвета.

При традиционном способе время ферментации составляло 3 ч, при использовании озono-воздушной смеси — 45 мин.

Содержание в готовом чае танина, кофеина и экстрактивных веществ рассчитано по сухому остатку по ГОСТ 1940–75. Число

колониобразующих единиц плесневых грибов (КОЕ/г) после ферментации устанавливали по методике ГОСТ Р ИСО 10718–2005.

**Результаты исследования и их обсуждение.** После достижения продуктом медно-красно-коричневого цвета ферментацию завершали. Как было отмечено выше, при традиционном способе время ферментации составило 3 ч, с использованием озono-воздушной смеси — 45 мин, т.е. продолжительность процесса сократилась в 4 раза.

Качественные показатели чая, прошедшего ферментацию с применением озono-воздушной смеси, приведены в таблице.

**Качественные показатели чая, прошедшего ферментацию с применением озono-воздушной смеси**

Содержание веществ, %	Контрольная партия (без озона)	С озонem	Значения для сортов чая по ГОСТ 1937–90			
			III	II	I	Высший
Танин	7,09	<b>8,66</b>	8,0	8,0	8,5	9,1
Кофеин	1,37	<b>3,29</b>	1,8	2,0	2,1	2,2
Экстрактивные вещества	27,1	<b>30,1</b>	28	29	31	33
Плесневые грибки, КОЕ/г	$2,8 \cdot 10^4$	<b><math>2,4 \cdot 10^2</math></b>	$1 \cdot 10^3$			

**П р и м е ч а н и е.** Для танина, кофеина и экстрактивных веществ указаны минимальные значения показателей для сортов, установленные по ГОСТ 1937–90, для плесневых грибов – максимальное значение.

Следует отметить, окислительные ферменты чайных листьев обладают различной активностью в зависимости от периода сбора, причем чай позднего (октябрьского) сбора обладает наименьшими показателями и зачастую не рекомендуется для использования в производстве [17], поскольку с огрубением чайного материала уменьшается содержание фенольных соединений и, как следствие, ферментативной активности и скорости биохимических реакций [18].

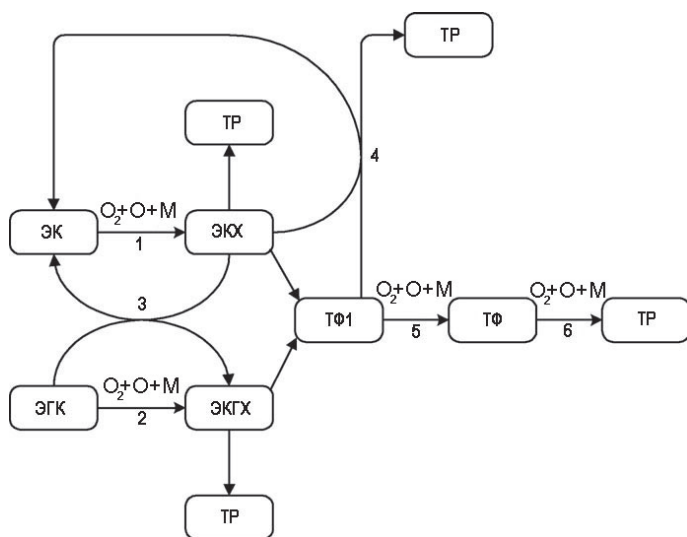
Согласно данным, приведенным в таблице, по содержанию танина, кофеина, экстрактивных веществ и отсутствию колоний плесневых грибов партия октябрьского чая, подвергшегося обработке озono-воздушной смесью, превосходит контрольную партию и по совокупности параметров соответствует требованиям, предъявляемым к чаю I, II и высшего сортов. При этом качество контрольной партии не соответствует требованиям, установленным для чая III сорта. Содержание кофеина в озонированном чае более чем на 40 % выше, чем у контрольного образца, что можно объяснить сокращением времени ферментации с 3 ч до 45 мин.

Озоно-воздушная смесь, подаваемая через гигротемпер под определенным давлением, создает местную легкую турбулентность, при этом чайные листья обдуваются в таре со всех сторон, а через некоторое время озон распадается на молекулярный и атомарный кислород, стимулируя процессы ферментации. Выбранная концентрация озона 0,03... 0,04 ‰ (0,06... 0,08 мг/м<sup>3</sup>) кроме безопасности для здоровья человека, при обработке сырья, уложенного слоями толщиной около 90 мм, является оптимальной и с технологической позиции — при слишком высокой концентрации окислителя процесс протекает неравномерно (верхние слои сырья быстро темнеют и становятся некачественным).

Известно, что растворимость озона в распыленной воде в несколько раз выше растворимости кислорода, поэтому часть озона из озоно-воздушной смеси, продуваемой через гигротемпер, растворяется в воде и также участвует в окислительных реакциях, наряду с этим обеззараживая распыляемую воду, помещение для ферментации, тару и поверхность чайных листьев от колоний плесневых грибов, вызывающих появление у чая неприятного затхлого запаха.

Взяв предложенную в работе [1] последовательность биохимических реакций при ферментации черного чая, можно предположить, что процессы окисления при озонировании сопровождаются воздействием на клетки активного кислорода (рис. 2).

Технический результат исследования — более рациональная организация промышленного производства, способствующая микробиологической стерильности и повышению объемов выпуска качественного



**Рис. 2.** Иерархическая структура и последовательность биохимических реакций при ферментации черного чая в озоно-воздушной среде (окислительная среда  $O_2 + O + M$ , где  $M = \{N_2, CO_2, He, Ar, H_2O, N_2O\}$ )



конечного продукта за счет ферментации сырья за более короткий промежуток времени. Не исключено, что применение озонирования при производстве чая пуэр будет способствовать сокращению продолжительности процесса.

**Выводы.** 1. Выявлено стимулирующее влияние озono-воздушной смеси на процесс ферментации черного чая.

2. Безопасная концентрация озона 0,03... 0,04 ‰ интенсифицирует процесс ферментации чая в 4 раза по сравнению с традиционным способом.

3. По содержанию танина, кофеина, экстрактивных веществ и колониям плесневых грибков чай октябрьского сбора, ферментированный с использованием озono-воздушной смеси, соответствует требованиям, предъявляемым к чаю I, II и высшего сортов, тогда как при традиционном способе обработке данный чай не соответствует требованиям, установленным для чая III сорта.

4. Создана поточная линия производства черного чая с применением обработки ферментирующего сырья озono-воздушной смесью.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики (гранты № EIF-2011-1(3)-82/47/3 и № EIF-2011-1(3)-82/11/1).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Bhattacharyya N. et al.* Detection of optimum fermentation time for black tea manufacturing using electronic nose // *Sensors and Actuators B*. 122. 2007. P. 627–634.
2. *Майсурадзе З.А.* Основы технологии черного гранулированного чая. Озургети, 2010. С. 5–9.
3. *Хочолава И.А.* Технология чая. М.: Пищепромиздат, 1955. С. 163–200.
4. *Джемухадзе К.М., Хочолава Р.И.* Результаты производственного испытания способа производства чая путем быстрого и глубокого замораживания // *Субтропические культуры*. 1978. № 2. С. 27–31.
5. *Девдариани Д.Г., Чантурия Ю.Б., Георгадзе А.Г., Бандурко Е.И.* и др. Способ производства чая. А.С. СССР № 1303120. 1987.
6. *Пат. 200000837*, EP, A23F 3/08. Способ получения чая и устройство для его осуществления / Гудсолл К.У., Ходгес Р.К., Джонс Т.Г., Маусон Дж.Д., Стейблер П.Дж. (GB); заявитель УНИЛЕВЕР Н.В. (NL), 98301064.6, заявл. 06.03.95; опубл. 19.08.99, A1 2001.02.26. Бюллетень № 1.
7. *Groisser D.S.* A study of caffeine in tea. I. A new spectrophotometric micro-method. II. Concentration of caffeine in various strengths, brands, blends, and types of teas // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1978. 31. P. 1727–1731.
8. *Мани Г.* Ферментация чая // *Русские субтропики*. 1914. № 1–2.
9. *Лушин В.В., Попович М.П., Ткаченко С.Н.* Физическая химия озона. М.: МГУ, 1998.
10. *Baba S., Satoh S., Yamabe C.* Development of measurement equipment of ozone half life. Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Science and Engineering, Saga University, Japan, 2002.
11. *Разумовский С.Д., Заиков Г.Е.* Озон и его реакции с органическими окислителями. М.: Наука, 1974. 322 с.

12. Рощина В.В. Озон и живая клетка. Пушино: Институт биофизики клетки РАН, 2009.
13. А. с. СССР № 1292702. Способ переработки зеленого чайного листа // Р.Г. Дадияни, А.Г. Цирквашва, Р.Д. Маргания, А.Г. Георгадзе, Н.Г. Цикоридзе, Т.Н. Цинаридзе, Н.Д. Чаправа.
14. Худоногов И.А. Ресурсосберегающие методы управления ИК-энергоподводом в процессах производства оздоровительного чая: автореф. дис. . . . д-р техн. наук. Красноярск. 41 с.
15. Правила устройства электроустановок. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
16. СанПиН 2.2.2.1332–03. Гигиенические требования к организации работы на копировально-множительной технике. Приложение 1. Перечень вредных веществ, подлежащих контролю в воздухе производственных помещений.
17. Пруидзе Г.Н. Окислительно-восстановительные ферменты чайного растения и их роль в биотехнологии. Тбилиси: Мецниереба, 1987. 188 с.
18. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высш. шк., 1986. 503 с.

## REFERENCES

- [1] Bhattacharyya N., Seth S., Tudu B., Tamuly P., Jana A., Ghosh D., Bhattacharyya R., Bhuyan M. Detection of optimum fermentation time for black tea manufacturing using electronic nose. *Sensors and Actuators B*, 2007, vol. 122, pp. 627–634.
- [2] Maysuradze Z.A. Bases of technology of granulated black tea. Collect. Papers. (CD-ROM). Ozurgeti, 2010, ISBN 978-9941-2291-3, pp. 5–9 (in Russ.).
- [3] Khocholava I.A. Tekhnologiya chaya [Technology of tea]. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 1955. 230 p.
- [4] Dzhemukhadze K.M., Khocholava R.I. The results of the production testing of tea production by using of rapid and deep freeze. *Subtropicheskie kul'tury* [Subtropical crops], 1978, no. 2, pp. 27–31 (in Russ.).
- [5] Devdariani D.G., Chanturiya Yu.B., Georgadze A.G., Bandurko E.I. Sposob proizvodstva chaya. [A method of production of tea]. Inventor's Certificate SU, no. 1303120. 1987.
- [6] Gudsoll K.W., Hodges R.K., Jones T.G., Mawson J.D., Stabler P.J. A method for producing tea and device for its implement. Patent GB, no. 200000837, 1999.
- [7] Groisser D.S. A study of caffeine in tea. I. A new spectrophotometric micro-method. II. Concentration of caffeine in various strengths, brands, blends, and types of teas. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1978, vol. 31, pp. 1727–1731.
- [8] Mann G. The fermentation of tea. *Russkie subtropiki* [Russian subtropics], 1914, no. 1–2.
- [9] Lunin V.V., Popovich M.P., Tkachenko S.N. Fizicheskaya khimiya ozona [Physical chemistry of ozone]. Moscow, MGU Publ., 1998. 480 p.
- [10] Baba S., Satoh S., Yamabe C. Development of measurement equipment of ozone half-life. Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Science and Engineering, Japan, Saga University, 2002.
- [11] Razumovskiy S.D., Zaikov G.E. Ozon i ego reaktcii s organicheskimi okislitel'yami. [Ozone and its reaction with organic oxidizers]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 322 p.
- [12] Roshchina V.V. Ozon i zhivaya kletka [Ozone and living cell]. Pushchino, Institute of Cell Biophysics of RAS Publ., 2009.
- [13] Dadiani R.G., Tsirkvava A.G., Marganiya R.D., Georgadze A.G., Tsikoridze N.G., Tsinaridze T.N., Chaprava N.D. Sposob pererabotki zelenogo chaynogo lista [Method for processing of green tea leaves]. Inventor's Certificate SU, no. 1292702, 1987.
- [14] Khudonogov I.A. Resursosberegayushchie metody upravleniya IK-energopodvodom v protsessakh proizvodstva ozdorovitel'nogo chaya. Avtoreferat diss. doct. tekhn. nauk [Resource saving control methods by the IR energy supply in production processes of health tea. Dr. tehn. sci. diss. abstr.]. Krasnoyarsk, 2009. 41 p. (in Russ.).

- [15] Pravila ustroystv elektroustanovok [Regulations of electrical devices]. Moscow, NTs ENAS Publ., 2004.
- [16] Gigienicheskie trebovaniya k organizatsii raboty na kopiroval'no-mnozhitel'noy tekhnike. Pril. 1. Perechen' vrednykh veshchestv, podlezhashchikh kontrolyu v vozdukhе proizvodstvennykh pomeshcheniy. [Hygienic requirements for the organization of work on copying equipment. App. 1. List of harmful substances subject to control in the air of industrial premises]. Sanitary rules and norms RF no. 2.2.2.1332-0 of 28 May 2003.
- [17] Pruidze G.N. Okislitel'no-vosstanovitel'nye fermenty chaynogo rasteniya i ikh rol' v biotekhnologii. [Redox enzymes of tea plants and their role in biotechnology]. Tbilisi, Metsniereba Publ., 1987. 188 p.
- [18] Kretovich V.L. Biokhimiya rasteniy. [The phytochemistry]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1986. 503 p.

Статья поступила в редакцию 05.03.2014

Алиев Акпер Алиназар оглы — инженер Отдела биофизических приборов конструкторского бюро “Зейтун”.

Научно-производственная компания “Зейтун”, Азербайджанская Республика, AZ1045, Баку, Бина, 25 км Мардакянского ш.

A.A. Aliev — engineer of the Department of Biophysical Instrumentation of the Design Bureau “Zeitun”.

Scientific Production Company “Zeitun”, Baku, Azerbaijan Republic, AZ1045, Baku, Bina, 25 km Mardakyanskogo sh.

Аскеров Акиф Аскер оглы — руководитель Центра исследований и развития и качества сельскохозяйственной продукции группы компаний Azersun Holding.

Группа компаний Azersun Holding, Азербайджанская Республика, AZ1029, Баку, пр-т Гейдара Алиева, д. 92а.

A.A. Askerov — head of Centre for Research and Development of Quality Agricultural Products of Group Companies Azersun Holding.

Group Companies Azersun Holding, Azerbaijan Republic, AZ1029, Baku, pr. Geydara Alieva 92a.

Исаев Энвер Иса оглы — начальник Отдела биофизических приборов конструкторского бюро “Зейтун”.

Научно-производственная компания “Зейтун”, Азербайджанская Республика, AZ1045, Баку, Бина, 25 км Мардакянского ш.

E.I. Isaev — head of the Department of Biophysical Instrumentation of the Design Bureau “Zeitun”.

Scientific Production Company “Zeitun”, Baku, Azerbaijan Republic, AZ1045, Baku, Bina, 25 km Mardakyanskogo sh.

Низамов Анар Тельман оглы — инженер Отдела биофизических приборов конструкторского бюро “Зейтун”.

Научно-производственная компания “Зейтун”, Азербайджанская Республика, AZ1045, Баку, Бина, 25 км Мардакянского ш.

A.T. Nizamov — engineer of the Department of Biophysical Instrumentation of the Design Bureau “Zeitun”.

Scientific Production Company “Zeitun”, Baku, Azerbaijan Republic, AZ1045, Baku, Bina, 25 km Mardakyanskogo sh.

Низамов Тельман Инаят оглы — д-р техн. наук, профессор, начальник конструкторского бюро “Зейтун”.

Научно-производственная компания “Зейтун”, Азербайджанская Республика, AZ1045, Баку, Бина, 25 км Мардакянского ш.

T.I. Nizamov — Dr. Sci. (Eng.), professor, head of the Design Bureau “Zeitun”.

Scientific Production Company “Zeitun”, Baku, Azerbaijan Republic, AZ1045, Baku, Bina, 25 km Mardakyanskogo sh.