

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТОҢАЗЫТУ АКАДЕМИЯСЫ
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА
INTERNATIONAL ACADEMY OF REFRIGERATION**



**VII ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ҚАЗАҚСТАН-ТОҢАЗЫТУ 2017»**

**VII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2017»**

**VII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
«KAZAKHSTAN-REFRIGERATION 2017»**

**Конференция баяндамаларының жинағы
15-16 наурыз, 2017 ж.**

**Сборник докладов конференции
15-16 марта 2017 г.**

**Proceedings of the Conference
March 15-16, 2017**

Алматы, 2017

УДК 621.56/59(063)
ББК 31.392
К14

Сборник докладов подготовлен под редакцией
доктора технических наук, академика **Кулажанова Т.К.**

Редакционная коллегия:

Цой А.П., Бараненко А.В., Кантарбаев Р.А.,
Шлейкин А.Г., Андреева В.И. (ответ.секретарь)

К14 Казахстан-Холод 2017: Сб. докл. межд.науч.-техн. конф. (15-16 марта 2017 г.) – Алматы: АТУ, 2017. – 285 с.

ISBN 978-601-263-389-4

В докладах представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в Казахстане, Германии, России, Японии и Украине по следующим направлениям: холодильная техника и компрессоростроение, теплохладоснабжение, системы кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения, экология в холодильной промышленности, холодильная и пищевая технология. Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях холодильной, пищевой, химической, нефтеперерабатывающей промышленности, а также на специалистов по системам кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения жилых, коммерческих зданий и спортивных комплексов.

УДК 621.56/59(063)
ББК 31.392

ISBN 978-601-263-389-4

© АТУ, 2017

СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА В ЗАМОРОЖЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ

*Безусов А.Т., д.т.н., Доценко Н.В., к.т.н., Подорога В.И., магистр
Одесская национальная академия пищевых технологий Украина
E-mail: n-dotsenko@ukr.net*

Питание является одним из главных факторов, определяющих развитие организма, работоспособность и здоровье человека. Медицинские исследования последних лет доказывают, что здоровье человека в значительной степени определяется составом и характером питания. Более 70% людей питаются несбалансированно, что вызывает проблемы в работе организма из-за недостаточной обеспеченности его биологически активными веществами [1]. К ним относятся: витамины, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, антиоксиданты, минеральные элементы.

Современной пищевой промышленности необходимо переориентироваться на производство продуктов питания с новыми качествами, улучшающими питание. Новой тенденцией в создании продуктов с заданными свойствами является нахождение связи между биохимическими структурами, которые в естественном виде встречаются в продуктах питания. Продукты нового поколения призваны обеспечить соответствие химического состава пищевых рационов физиологическим потребностям организма. [2,3]

По данным науки о питании овощи приобретают все большее значение в профилактике и лечении ряда заболеваний. Особое значение имеют так называемые зеленые овощи. На сегодняшний день одним из перспективных направлений исследований является совершенствование технологии переработки зеленых листовых овощей с целью максимального сохранения в них биологически активных веществ и функциональных составляющих, а именно – хлорофилла.

Техногенное загрязнение окружающей среды, постоянный психологический стресс и другие вредные факторы значительно влияют на организм человека, поэтому положительно изменить качество жизни можно улучшив питание, употребляя продукты специального или оздоровительного назначения. [4,5]

Оздоровительные пищевые продукты – это продукты, которые компенсируют дефицит биологически активных компонентов в организме, а также поддерживают нормальную функциональную активность органов и систем, снижают риск возникновения различных заболеваний и могут употребляться регулярно в составе обычного рациона питания. Согласно последним данным для полного удовлетворения жизненных потребностей пища человека должна содержать более 20000 различных пищевых соединений растительного, животного и микробного происхождения. [6]

Продукты с функциональными свойствами достаточно распространены во многих странах мира. В некоторых странах Европы предусмотрены государственные дотации на обогащение продуктов питания витаминами и микронутриентами. Сейчас Япония занимает первое место по продолжительности жизни, специалисты связывают это именно с продуктами питания. Доля функциональных продуктов на нашем рынке пока не превышает 3-5% всех известных пищевых продуктов. Во многих странах Европы выпуск таких продуктов достигает 20% от общего объема. [7]

Особое внимание ученых в последние годы привлекли к себе продукты на основе зеленых листовых овощей, которые содержат в своем составе функциональную составляющую – хлорофилл. Они помогают нормализовать обмен веществ, восполнить дефицит жизненно важных витаминов, макро- и микроэлементов, насытить организм кислородом, а также они обладают антибактериальным, противовоспалительным и иммуномодулирующим действием. Хлорофиллы способны образовывать комплексы с ионами металлов и связывать свободные радикалы. Они влияют на процессы метаболизма и обезвреживания чужеродных веществ, являющихся канцерогенными и мутагенными. [8,9]

Хлорофилл – зеленый пигмент, обуславливающий окраску хлоропластов растений в зеленый цвет. При его участии осуществляется процесс фотосинтеза. Хлорофилл присутствует во всех фотосинтезирующих организмах – высших растениях, сине-зеленых водорослях (цианобактериях) и бактериях. Хлорофилл распределен в клетках растений неравномерно и находится лишь в особых органеллах клетки – пластидах.

99% хлорофилла находится в составе светособирающих пигментных белковых комплексов, которые выполняют функцию антенны, то есть поглощают солнечную энергию или берут ее от

вспомогательных пигментов – каротиноидов, а затем транспортируют в реакционных центрах. Менее 1% хлорофилла находится в составе реакционных центров, осуществляющих запуск цепи фотосинтетического транспорта электронов. [10]

Использование листовых овощей отечественного происхождения является доступным сырьем для продуктов с высоким содержанием биологически активных веществ, в частности хлорофилла. На сегодняшний день практически отсутствуют технологии изготовления хлорофиллсодержащих продуктов, которые бы в полной мере сохраняли бы свои натуральные свойства. Это объясняется тем, что при тепловой обработке разрушается часть активных веществ и интенсивный зеленый цвет меняется на оливковый.

Таким образом, разработка технологии, которая позволит сохранить зеленый цвет продуктов из листовых овощей и тем самым их природный состав является весьма актуальной.

Целью работы является разработка технологии замороженных продуктов с высокой биологической ценностью и стабильным зеленым цветом. Согласно поставленной цели были проведены: исследования влияния тепловой обработки листовых овощей на сохранение хлорофилла; определено влияние солей металлов на стабилизацию зеленого цвета; установлено физико-химические и органолептические свойства замороженных листовых овощей и хлорофиллсодержащих продуктов.

Зеленые листовые овощи выделяются среди другого растительного сырья высоким содержанием хлорофилла, β -каротина, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений и других БАВ, которые имеют иммуномодулирующее и антиоксидантное действие.

К зеленым овощным культурам относят шпинат, салат, укроп, петрушка, щавель и другие. С учетом особенностей химической природы зеленых листовых культур в качестве сырья для разработки технологии хлорофиллсодержащих продуктов был выбран шпинат.

Шпинат содержит целый комплекс полезных и необходимых организму веществ: белки, углеводы, органические, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, клетчатка, крахмал, сахара, витамины А, Е, С, Н, К, РР, много витаминов группы В, кальций, магний, натрий, калий, фосфор, железо, цинк, медь, марганец, селен. [11] В листьях шпината очень много белка: больше его только в бобовых – молодой фасоли и зеленом горошке. В шпинате также содержится аскорбиновая кислота и каротин.

Железо повышает уровень гемоглобина, который нужен всем без исключения, а особенно маленьким детям и беременным женщинам. Гемоглобин доставляет клеткам кислород, так как улучшается общее состояние организма, мозговая деятельность. Шпинат усваивается очень легко, поэтому полезен при проблемах с желудочно-кишечным трактом. Он ускоряет метаболизм, улучшает деятельность всех органов пищеварительной системы. Очень эффективный шпинат для восстановления функций кишечника и поджелудочной железы. Врачи рекомендуют употреблять шпинат тем, кто страдает туберкулезом, анемией, сахарным диабетом, при переутомлении. Употребление шпината очень полезно для здоровья глаз: в нем содержится лютеин и другие вещества, защищающие нервные клетки и предотвращают такое серьезное заболевание, как дистрофия сетчатки. Лютеин улучшает остроту зрения и снижает утомляемость при работе за компьютером. [12,13]

В сырье и обработанных образцах определяли массовую долю хлорофиллов. Главным параметром контроля качества при изучении стабилизации хлорофилльных комплексов было выбрано количественное определение хлорофилла.

Для выделения чистой смеси хлорофиллов листьев обрабатывали 80% ацетоном, давали настояться 10-15 мин. и сливали в колбу. Экстракцию повторяли несколько раз до обесцвечивания воды. Полученный экстракт переносили в специальный сосуд, оснащенный краном. К смеси ацетона добавляли эфир и воду и через некоторое время получали распределение на две фракции: нижнюю - бесцветную водно-ацетоновую и верхнюю - зеленого цвета. Все пигменты при разведении ацетоном переходили в петролейный эфир.

Для удаления ксантофила эфир промывали несколько раз 85% метанолом, пока нижний метаноловый слой не переставал окрашиваться в желтый цвет. Эфир, остался и содержал хлорофилл, снова промывали водой для удаления метанола. После отмывания метилового спирта эфир содержит хлорофилл. Для его определения суспензию хлорофилла переносили в капсулы и центрифугировали при 3000 об./мин. Так получали осадок хлорофилла, который по расчетам считали общим количеством хлорофилла в продукте.

Конечными продуктами хлорофилльного распада являются его формы: хлорофилл *a* и *b*. Определяли эти формы с помощью спектрофотометрического метода. Суть этого метода заключается в измерении оптической плотности вытяжки пигментов на спектрофотометре при различных длинах

волн. Для хлорофилла *a* выставляли длину волн 665 нм, а для хлорофилла *b* – 645 нм, расчет концентрации зеленых пигментов проводили по соответствующим уравнениями. [9,14]

Во время фотосинтеза у здоровых растительных клетках хлорофилл защищен от разрушения каротиноидами и липидами, которые его окружают. Как только в результате старения растения, изъятие пигментов с растительной ткани или повреждении клеток в процессе обработки, эта защита теряется и хлорофиллы разрушаются. [15]

Удаление магния приводит к деструкции пигментного комплекса сырья и образования производного феофитина, имеющего бурую окраску. Ухудшение органолептических показателей приводит к понижению конкурентоспособности и потребительского спроса на продукт.

Основные усилия были направлены на установление влияния предварительной обработки на пигментный комплекс листовых овощей, поиски способов стабилизации зеленого цвета консервированных продуктов из листовых овощей и разработку технологии хлорофиллсодержащих замороженных продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью и стабильным зеленым цветом готового продукта.

Продукты из листовой зелени является сезонной сырьем, которые необходимо хранить в зимний период с помощью различных методов консервирования. Когда сырье в процессе производства подвергается тепловой обработке, одним из нежелательных последствий этого является разрушение зеленых пигментов, которое достигает 80-90%. Поэтому бланшированные продукты существенно отличаются по цвету от натурального свежего сырья.

Значительные потери биологически активных веществ зеленых овощей происходят на стадии измельчения за счет протекания окислительных реакций, денатурации белков и частично разрушается ряд витаминов.

Исходя из того, что одним из главных органолептических показателей готовых продуктов является цвет, в исследованиях уделялось внимание изменению пигментного комплекса в процессе тепловой обработки. Красящие вещества листовых овощей представлены хлорофиллом, каротиноидами и флавоноидами. Наибольший удельный вес в формировании окраски имеют хлорофиллы. Они легко разрушаются под воздействием различных факторов: повышенной кислотности, воздействия кислород воздуха и света (фотоокисления).

Этот процесс включает распад хлоропластов и разрушение хлорофилла. Подробно механизм разрушения хлорофилла пока не изучен. Известно лишь, что на ранних стадиях его распада теряются фитол и атом магния, в результате чего образуется феофорбид[16]. Порфириновая система колец затем расщепляется с образованием бесцветных соединений, имеющих сравнительно небольшую молекулярную массу.

Стабилизация цвета зеленых листовых овощей может достигаться различными путями: за счет предупреждения процессов ферментативного окисления; введение добавок органического и минерального происхождения; создание защитных условий для хлорофиллсодержащих пигментов.

В лабораторных условиях были установлены условия активации ферментативной системы зеленых листовых овощей, принимающих участие в биосинтезе хлорофилла.

Современные способы улучшения зеленого цвета овощей в процессе переработки и выделения хлорофиллов, которые можно использовать как пищевые красители, сводятся к использованию комплексов производных хлорофилла с металлами. По химическому строению хлорофиллы – магниевые комплексы ферментов. Удаление магния приводит к деструкции пигментного комплекса сырья и образованию феофитина, что обуславливает бурую окраску. Атом магния в молекуле хлорофилла может быть заменен на Cu^{2+} или Zn^{2+} в определенных условиях. После замены атома магния хлорофилл становится более стабильным и приобретает ярко-зеленую окраску.[17,18]

Процесс модификации зеленого цвета листовых овощей основан именно на образовании новых комплексов с металлами.

Комплексы феофитин с медью промышленно выпускаются под названием «медный комплекс хлорофилла». Такие производные разрешены для использования в пищевых продуктах в большинстве стран ЕС и применяют в производстве консервов, молочных продуктов, конфет и безалкогольной продукции. При этом содержание свободной меди должна составлять не более 200мг/кг. Медь в определенных количествах нужна для функционирования организма человека. Суточная потребность взрослого человека в меди, по данным ВОЗ, должна составлять 0,03мг/кг массы тела, максимальное суточное поступление 0,05мг/кг.

Потребность человека в цинке в десять раз больше, чем у меди. Суточная норма потребления цинка с пищей для взрослого человека составляет 22 мг, а токсический предел – 200 мг в сутки.

Таким образом, решено было проводить опыты с обработкой зеленых овощей в растворах меди и цинка. Выдерживали листья шпината в растворах с концентрацией от 5 до 70 мг/л и получили, что при выдержке шпината в растворе меди уже с концентрацией 10 мг/л происходила стабилизация зеленой окраски. А при обработке сырья в растворе с сульфатом цинка стабилизации цвета наблюдалась при концентрации ионов цинка от 50 мг/л.

Несмотря на то, что в реакциях с медью при меньшей концентрации металла в растворе получили быстрый эффект стабилизации цвета, было решено сконцентрировать исследования на обработке в растворах цинка. Главным в производстве пищевых продуктов должна быть безопасность людей при их потреблении. А медь, которая поступает в организм даже в критических дозах, может накапливаться в печени, что будет вызывать физиологические расстройства в организме.

Для того, чтобы исследовать влияние ионов цинка на пигментный комплекс шпината проводили выдержку листьев шпината в растворах сульфата цинка, которые обеспечивали концентрацию ионов от 5 мг до 30 мг/100 г в течение 60-90 мин.

Таблица 1 – Влияние концентрации ионов цинка на содержание хлорофиллов

Массовая концентрация цинка, мг/100 г	Хлорофилл а, мг/100 г	Хлорофилл b, мг/100 г
Контроль (без обработки)	90,5	25,5
5	100,5	30,0
10	110,0	35,5
20	140,5	60,0
30	250,5	85,0

Как видно из результатов исследований, приведенных в табл.1, зеленые овощи, которые выдерживали в растворе цинка с концентрацией 30 мг/100г дали лучшие результаты. Суммарное количество хлорофилла в контрольном образце составило 116 мг/100г. После часовой выдержки в растворе с максимальной исследовательской концентрацией цинка суммарное количество хлорофилла составило 335 мг/100г, что почти в 3 раза увеличило его содержание по сравнению с необработанным сырьем.

Из опытов видно, что выдержка в растворах сульфата цинка дает увеличение количества хлорофилла и тем самым способствует обеспечению интенсивного зеленого цвета овощей. Но для сохранения листовой зелени необходима их термическая обработка, которая и является причиной разрушения хлорофиллового комплекса. Поэтому вторым этапом исследований было определение режимов бланширования с применением растворов цинка для стабилизации цвета.

Бланширование (кратковременная термическая обработка) проводилось с целью инактивации ферментов в воде, как это предусмотрено по традиционной технологии и в растворе с цинком. Продолжительность бланширования изменялась в пределах от 5 до 20 мин.

Согласно рис.1 определили, что оптимальной концентрацией для стабилизации зеленого цвета в термически обработанном продукте является концентрация 30 мг/100г, при этом продолжительность обработки в течение 10 мин давала незначительное улучшение результата. Так, увеличение содержания суммарного хлорофилла составляло 5 мг/100 г продукта, если сравнивать термическую обработку в течение 5 мин и 10 мин. Поэтому нецелесообразно проводить длительную обработку в течение 10 мин в горячем растворе температурой 90⁰С, которая вызывает существенные деструкционные изменения питательных веществ сырья. Согласно проведенным исследованиям можно рекомендовать режим обработки при бланшировании в растворе цинка с концентрацией 30 мг/100г в течение 5 мин при температуре 90⁰С. Именно при таких условиях разрушаются ферменты (контроль проводили по пероксидазе) и благодаря температуре ниже 100⁰С лучше сохраняются природные свойства сырья и обеспечивая стабильную зеленую окраску.

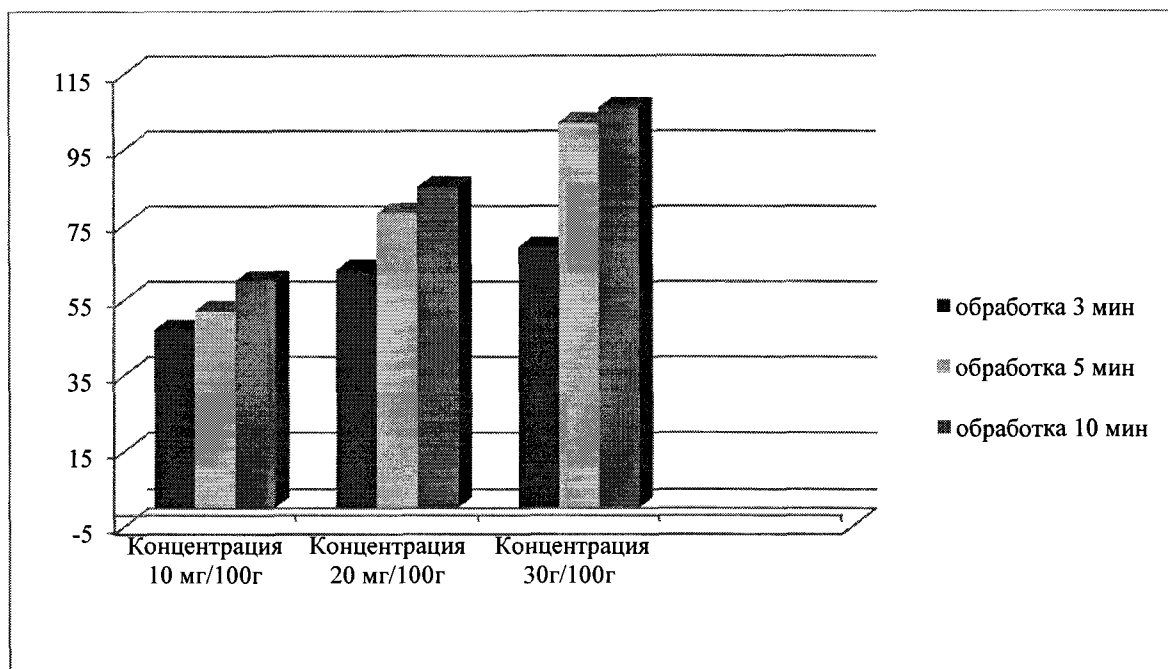


Рисунок 1 – Влияние концентрации цинка в растворах для бланширования на содержание хлорофилла и стабилизации цвета в зависимости от продолжительности обработки

Подготовленные при таких условиях образцы готовы для дальнейшего длительного хранения. Лучшим методом для длительного хранения растительного сырья является замораживание. Низкотемпературная обработка позволяет максимально сохранить химико-технологические свойства продукта.

Предложена промышленная организация производства замороженного шпината, где возможно подобрать оборудование для линии производительностью от 300кг/ч до 1 т/ч.

Шпинат, поступивший на завод, ленточным конвейером подают во вращающийся барабан диаметром 1,2м с частотой вращения около 30 мин⁻¹, где листья очищают от примесей. Далее сырье подают на сортировочный конвейер, после чего поступает на мойку с помощью душевых форсунок. Далее на предварительную обработку в растворе соли цинка при разработанных параметрах, после чего шпинат подают на бланширование горячей водой с добавлением сульфата цинка при 90 °С 5-7мин для инактивации пероксидазы. Воду в бланширователе подогревают острым паром и контролируют концентрацию цинка в ней. Непосредственно после тепловой обработки листья подают под холодный душ, где охлаждают их до 10°С, а затем попадает на конвейерную ленту отжима (ширина около 1,5 м, угол наклона 30°), над которой смонтирована вторая лента, что прижимается к нижней с помощью пружин. Силу прижима можно регулировать с таким расчетом, чтобы содержание сухого вещества был бы не ниже 6%. Далее листья можно подавать на замораживания в целом виде, а можно, что целесообразнее, получать пюре. Для этого листья измельчают до пюреобразного состояния на специальных протирачных машинах с диаметрами отверстий в 1,2 мм.

Измельченный продукт направляют в охладитель, где охлаждается до 2°С и его передают в изолированный сборник, который позволяет производственный процесс сделать независимым от упаковки. Для предупреждения расслоения продукта в сборнике установлена мешалка с частотой вращения 2мин⁻¹. Из сборника шпинатная масса засасывается насосом и подается в специальные фасовочные автоматы типа «Хассия», которые дозируют и упаковывают продукт в порционные емкости от 0,1 до 1 кг. Расфасованный продукт подается в скороморозильные аппараты с температурой охлаждающей среды -35...-40°С. Продолжительность замораживания зависит от массы фасовочной единицы.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать выводы, что соли меди и цинка влияют на цвет хлорофиллсодержащих овощей, они стабилизируют их зеленый цвет. Соли меди сохраняют цвет значительно лучше по сравнению с солями цинка, так, опытным путем получили, что для стабилизации цвета достаточно раствор меди с концентрацией 10 мг/л. Но, так как

медь может накапливаться в печени и вызывать физиологические расстройства в организме от дальнейших опытов с этим металлом отказались.

Установлено концентрацию ионов цинка для накопления хлорофилла и его производных в зеленых овощах. Определены режимы кратковременной температурной обработки листовых овощей для инактивации ферментов без существенных изменений зеленого цвета. Режим обработки бланширования в растворе цинка с концентрацией 30 мг/100г должен происходить при температуре 90 °С в течение 8-10 мин.

Даны практические рекомендации по технологии производства замороженной листовой зелени и овощного пюре с высоким содержанием хлорофилла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшова, А.А. Пища XXI века и особенности ее создания [Текст] /А.А Кудряшова// Пищевая промышленность – 2012. - №12. – С. 48-50.
2. Дудкин, М.С. Новые продукты питания / Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. – М.: МАИК «Наука», 1998. - 304с.
3. Richardson D.P. Functional Food and Health Claims [Text] // The world of Functional ingredients 2002, September. – P.12-20
4. Дадали, В.А. Биологически активные вещества лекарственных растений как фактор детоксикации организма [Текст]/ В.А. Дадали, В.Г. Макаров // Вопросы питания. - №5, 2003.-С. 49-55.
5. Токаев, Э.С. Биологически активные вещества улучшающие функциональное состояние печени [Текст]/ Э.С. Токаев, Н.П. Блохина, Е.А. Некрасов // Вопросы питания. -№ 4, 2007. – С. 4-9.
6. Тутельян, В.А. Биологически активные добавки к пище: современные подходы к обеспечению качества и безопасности [Текст] / В.А. Тутельян, Б.П. Суханов // Вопросы питания. - № 4, 2008. – С. 4-15.
7. Bellisle, F. Functional Food Science in Europe [Text]/ F. Bellisle, A.T. Diplock, G. Hornstra / British J. Nutrition.- 1998. – Vol 80. – P. 193.
8. Арсеньева, Т.П. Основные вещества для обогащения продуктов питания [Текст]/ Т.П. Арсеньева, И.В. Баранова // Пищевая промышленность. – 2007. - № 1. – С. 6-8.
9. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович // М.: Высшая школа. – 1980. – 456 с.
10. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений [Текст] / А.А. Нечипорович // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 7-33.
11. Преображенский Р.П. Химия биологически активных природных соединений / Р.П. Преображенский, М.Г. Евстигнеева. – М.: «Химия», 1996. – 348с.
12. Хлорофилл жидкий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://superb-nsp.com/products>
13. Хлорофіл очищає не тільки дихання. Гомеопатія [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-medic.com.ua>
13. Ермаков А.И. Методы биохимических исследований / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Яром – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430с.
14. Humphrey, A.M. Chlorophyll as a color and functional ingredient [Text]/ Journal of Food Science, 69, 2014. – P. 422-425.
15. Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов /Г.Бриттон; Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 422с.
16. Безусов А.Т. Розробка та обґрунтування технології консервування функціональних продуктів з заданим вмістом хлорофілу [Текст]/ А.Т.Безусов, К.Д.Кузнецова// Наукові праці ОНАХТ, вип.44, Т.2, 2013. – С.4-7.
17. Безусов А.Т. Разработка технологии хлорофиллсодержащих консервированных продуктов [Текст]/ А.Т.Безусов, К.Д.Кузнецова // Пищевая.промышленность: наука и технологии, 2014. - №2 (24). – С.26-30.