

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИТАМИННОГО СОСТАВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩИХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Ю.Г. ПРОНИНА*, Ж.С. НАБИЕВА, Э.Ч. БАЗЫЛХАНОВА,
О.Д. БЕЛОЗЕРЦЕВА, А.И. САМАДУН

¹ АО «Алматинский технологический университет», Казахстан, 050012,
г. Алматы, ул. Толе би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: medvezhonok_87@inbox.ru*

В данной статье отражены результаты исследования содержания витаминов, полифенолов, антиоксидантов в лекарственном сырье местного происхождения (корень солодки, зверобой, листья облепихи, корень имбиря, калина, цикорий, мать-и-мачеха, корневища алтея, корень девясила, тысячелистник, плоды рябины, плоды шиповника, семена льна) в целях изучения их полезных свойств в качестве компонента для мармеладных изделий, обладающих иммуностимулирующим действием. Согласно проведенным лабораторным исследованиям, наибольшее количество полифенолов содержится в листьях облепихи и зверобое (60,02% и 12,82% соответственно), антиоксидантов (3,61 мг/100 г и 2,49 мг/100г) и большая часть витаминов группы В (В₂ в листьях облепихи 0,777 мг/100 г, а в зверобое 0,088 мг/100 г, В₃ – 1,506 мг/100г и 0,061 мг/100г соответственно, В₆ – 0,680 мг/100 г в листьях облепихи и 0,427 мг/100 г в зверобое). Высокое содержание витамина С выявлено в шиповнике (4,355 мг/100г) и зверобое (4,314 мг/100г). В листьях облепихи содержание аскорбиновой кислоты составляет 1,409 мг/100 г, что на 67% меньше по сравнению со зверобоем. В связи с этим следует, что наиболее перспективным сырьем для придания иммуностимулирующего действия мармеладным кондитерским изделиям являются листья облепихи и зверобой.

Ключевые слова: витамины, полифенолы, антиоксиданты, лекарственные травы, кондитерские изделия.

ИММУНДЫҚ ЖҮЙЕНІ РЕТТЕЙТІН КОНДИТЕРЛІК ӨНІМДЕРДІ ӘЗІРЛЕУ КЕЗІНДЕ ДӘРІЛІК ШӨПТЕРДІҢ ДӘРУМЕНДІК ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Ю.Г. ПРОНИНА*, Ж.С. НАБИЕВА, Э.Ч. БАЗЫЛХАНОВА,
О.Д. БЕЛОЗЕРЦЕВА, А.И. САМАДУН

(«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Толе би көш., 100)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: medvezhonok_87@inbox.ru *

Бұл мақалада иммундық жүйені реттейтін әсері бар мармелад өнімдеріне арналған құрама бөлік ретінде олардың пайдалы қасиеттерін зерттеу мақсатында жергілікті дәрілік шикізаттағы дәрумендер, полифенолдар, антиоксиданттар (қызылмия тамыры, шайқурай, шырғанақ жапырақ-тары, зімбір тамыры, бүрген, шашыратқы, өгейшөп, жалбызтікен тамырлары, андыз тамыры, мың-жапырақ, шетен жидегі, итмұрын жидегі, зығыр тұқымдары) құрамын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Жүргізілген зертханалық зерттеулерге сәйкес, шырғанақ пен шайқурай жапырақтарында полифенолдардың көп мөлшері (сәйкесінше 60,02% және 12,82%), антиоксиданттар (3,61 мг/100 г және 2,49 мг/100 г) және В дәрумендерінің көп бөлігі (шырғанақ жапырақтарында В₂ дәрумені 0,777 мг/100 г, ал шайқурайда 0,088 мг/100 г, В₃ - сәйкесінше 1,506 мг/100 г және 0,061 мг/100г, шырғанақ жапырақтарында В₆ - 0,680 мг/100 г және шайқурайда 0,427 мг/100 г) болды. Итмұрында (4,355 мг/100 г) және шайқурайда (4,314 мг/100 г) С дәруменінің жоғары мөлшері анықталды. Шырғанақ жапырақ-тарында аскорбин қышқылының мөлшері 1,409 мг/100 г құрайды, бұл шайқураймен салыстырғанда 67%-ға аз. Осыған байланысты мармелад кондитерлік өнімдеріне иммундық жүйені реттейтін әсер беру үшін ең перспективалы шикізат шырғанақ жапырақтары мен шайқурай болып табылады.

Негізгі сөздер: дәрумендер, полифенолдар, антиоксиданттар, дәрілік шөптер, кондитерлік өнімдер.

RESEARCH OF THE VITAMIN COMPOSITION OF MEDICINAL HERBS IN THE DEVELOPMENT OF IMMUNOSTIMULATING CONFECTIONERY PRODUCTS

YU.G. PRONINA*, ZH.S. NABIEVA, E.CH BAZYLKHANOVA,
O.D. BELOZERTSEVA, A.I. SAMADUN

(«Almaty Technological University », JSC, Kazakhstan, 050012, city of Almaty, Tole bi str., 100)
Corresponding author e-mail: medvezhonok_87@inbox.ru*

This article reflects the results of a study of the content of vitamins, polyphenols, antioxidants in medicinal raw materials of local origin (licorice root, St. rose hips, flax seeds) in order to study their beneficial properties as a component for marmalade products that have an immunostimulating effect. According to laboratory studies, the largest amount of polyphenols is found in the leaves of sea buckthorn and St. John's wort (60.02% and 12.82%, respectively), antioxidants (3.61 mg / 100 g and 2.49 mg / 100 g) and most of the B vitamins (B₂ in sea buckthorn leaves 0.777 mg / 100 g, and in St. John's wort 0.088 mg / 100 g, B₅ - 1.506 mg / 100 g and 0.061 mg / 100 g, respectively, B₆ - 0.680 mg / 100 g in sea buckthorn leaves and 0.427 mg / 100 g in St. John's wort). A high content of vitamin C was found in rose hips (4.355 mg / 100g) and St. John's wort (4.314 mg / 100g). In the leaves of sea buckthorn, the content of ascorbic acid is 1.409 mg / 100 g, which is 67% less compared to St. John's wort. In this regard, it follows that the most promising raw materials for imparting an immunostimulating effect to marmalade confectionery products are sea buckthorn leaves and St. John's wort.

Keywords: vitamins, polyphenols, antioxidants, medicinal herbs, confectionery.

Введение

Значимым направлением в отрасли пищевой промышленности является обеспечение населения качественными и безопасными продуктами, способствующими сохранению и улучшению здоровья населения путем регулирующего и нормализующего действия этих продуктов на организм человека с учетом его физиологических потребностей. В этой связи создание новых функциональных иммуностимулирующих кондитерских изделий весьма актуально и своевременно.

Производство таких продуктов питания возможно при использовании добавок растительного происхождения, сырьем для получения которых могут служить лекарственные растения. Особенностью применения лекарственных растений является наличие в них комплекса биологически активных веществ, в том числе витаминов, которые необходимы для осуществления жизненно важных биохимических и физиологических процессов в живых организмах.

Организм человека и животных не обладает способностью синтезировать витамины или синтезирует некоторые из них в недостаточном количестве, поэтому он должен их получать в готовом виде с пищей. Витамины обладают исключительно высокой биологической активностью и требуются организму в небольших количествах – от нескольких мкг до нескольких мг в день [1].

Совершенно не случайно название «витамины» происходит от латинского слова Vita, что означает «жизнь». Действительно, роль и значение витаминов настолько высока, что нормальная жизнедеятельность организма без присутствия этих низкомолекулярных органических соединений была бы невозможна. И для того чтобы не заработать авитаминоз или гиповитаминоз, потреблять витамины жизненно необходимо. Синтезируют витамины главным образом травы, фрукты, овощи, в связи с чем они и являются основным источником витаминов для человека [2].

Учеными Алматинского технологического университета в рамках научно-исследовательского проекта проведено исследование по изучению витаминного состава местного растительного сырья, отобранного в ходе анализа литературных источников [3-19], в целях выявления полноценных ингредиентов при разработке технологии иммуностимулирующих кондитерских изделий.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись: солодка (*Glycyrrhizaglabra* L.), зверобой (*Hypericum perforatum* L.), листья облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), имбирь (*Zingiber officinale* Roscoe), калина (*Viburnum opulus* L.), цикорий (*Viburnum opulus* L.), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), алтей (*Althaea officinalis* L.), девясил (*Inula helenium* L.), тысячелистник (*Achillea millefolium* L.),

рябина (*Sorbus aucuparia* L.), шиповник (*Rosa cinnamomea* L.), семена льна (*Linum usitatissimum* L.).

Количественное определение массовой доли водорастворимых витаминов группы В проводилось методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М» («Люмэкс», РФ). Методика определения основывается на миграции и разделении свободных форм анализируемых водорастворимых витаминов под действием электрического поля с регистрацией при длине волны 200 нм их электрофоретической подвижности. Определение витаминов В₁, В₂, В₃, В₅ (никотиновая кислота), В₆ и В_с осуществляли в варианте капиллярного зонного электрофореза.

Из образцов измельченных растений производили экстракцию витаминов водным раствором тетрабората натрия в присутствии сульфит иона. Экстракт центрифугировали (5000-6000 об/мин в течение 5 минут), фильтровали через мембранный фильтр. Детектирование витаминов проводили по их собственному поглощению при длинах волн 200 нм и 267 нм, используя программируемое переключение длин волн. Условия разделения: буфер: боратный с рН=8,9. Капилляр: Lэфф/ Lобщ= 65/75 см, диаметр капилляра=50 мкм. Напряжение: + 25 кВ. Температура: + 30 °С [20].

Определение антиоксидантов в растениях проводилось на приборе «ЦветЯуза-01-АА» (НПО Химавтоматика, РФ), основанное на амперометрическом методе измерения массовой доли антиоксидантов через измерение силы электрического тока, возникающего при окислении молекул антиоксиданта на поверхности рабочего электрода при определенном потенциале. Экстракцию производили 70% раствором этилового спирта, встряхивая в течение одного часа на перемешивающем устройстве. Для построения градуировочного графика использовали растворы кверцетина и галловой кислоты [21-22].

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 приведены результаты исследований по определению содержания витаминов в отобранных лекарственных

травах. Из таблицы видно, что больше всего тиаминхлорида (витамин В₁) из представленных для анализа лекарственных трав содержится в семенах льна, соответственно на 61,8% больше по сравнению с имбирем и мать-и-мачехой (0,55 мг/100 г). Примерно на одном уровне в небольших количествах он обнаружен в листьях облепихи, цикория, корневищах алтея и в среднем составляет 0,065 мг/100 г. В рябине, солодке, шиповнике, зверобое, калине, тысячелистнике, и девясиле тиаминхлорида не обнаружено. Витамин В₁ повышает защитные свойства организма, принимает активное участие в регулировании углеводного, белкового и жирового обмена, ограждает нервную систему от стрессовых факторов, нормализует сердечную деятельность и т.п. [23]. При технологической обработке при производстве пищевых продуктов витамин В₁ устойчив при тепловой обработке и под влиянием кислорода, однако в щелочной среде витамин быстро разрушается.

Рибофлавин (витамин В₂) обнаружен во всех образцах лекарственных растений, однако его содержание больше всего в листьях облепихи – 0,777 мг/100 г, затем в корне солодки, тысячелистнике, плодах рябины, корне девясила и имбиря (соответственно на 63,2%, 67,2%, 72,1%, 76,4%, 80,8% меньше по сравнению с листьями облепихи), а меньше всего его в корневищах алтея (на 95,2%) в остальных растениях витамин В₂ содержится в среднем 0,073 мг/100 г. Витамин В₂ необходим при формировании антител и эритроцитов при регулировании репродуктивной системы и роста организма. Совместно с другими веществами участвует в обмене углеводов, жиров и белков. При этом рибофлавин должен постоянно восполняться, так как в организме человека не накапливается. Для нормального взрослого человека его среднесуточная доза составляет 1,2-1,6 мг/100 г, тогда как для беременных и кормящих женщин, а также лицам подверженным стрессу доза витамина В₂ должна быть увеличена. Витамин В₂ не разрушается от воздействия тепла, окисления или кислот.

Таблица 1 – Содержание витаминов, полифенолов и антиоксидантов в исследуемых лекарственных растениях

| Наименование | Рябина | Листья облепихи | Имбирь | Солодка | Шиповник | Мать-и-мачеха | Цикорий | Зверобой | Калина | Алтей | Тысячелистник | Девясил | Семена льна |
|--|--------|-----------------|--------|---------|----------|---------------|---------|----------|--------|-------|---------------|---------|-------------|
| Витамин В ₁ (тиаминхлорид), мг/100г | 0 | 0,063 | 0,055 | 0 | 0 | 0,055 | 0,072 | 0 | 0 | 0,062 | 0 | 0 | 0,144 |
| Витамин В ₂ (рибофлавин), мг/100г | 0,217 | 0,777 | 0,149 | 0,286 | 0,079 | 0,071 | 0,062 | 0,088 | 0,085 | 0,037 | 0,255 | 0,183 | 0,053 |
| Витамин В ₃ (никотиновая кислота), мг/100г | 1,185 | 0,777 | 0,204 | 3,081 | 0,682 | 1,059 | 0,913 | 1,893 | 2,65 | 0,150 | 0,264 | 0,340 | 0,217 |
| Витамин В ₅ (пантотеновая кислота), мг/100г | 0,059 | 1,506 | 0,035 | 0,308 | 0,173 | 0,188 | 0,082 | 0,061 | 0,085 | 0,016 | 0,087 | 0,081 | 0 |
| Витамин В ₆ (пиридоксин), мг/100г | 0,084 | 0,680 | 0,100 | 0,198 | 0,037 | 0,043 | 0,096 | 0,427 | 0,038 | 0,084 | 0,139 | 0,198 | 0 |
| Витамин В ₉ (фолиевая кислота), мг/100г | 0,043 | 0,048 | 0,032 | 0,396 | 0,052 | 0,082 | 0,032 | 0,015 | 0,055 | 0,011 | 0,032 | 0,022 | 0 |
| Витамин С (аскорбиновая кислота), мг/100г | 0,642 | 1,409 | 1,396 | 1,012 | 4,355 | 0,647 | 0,447 | 4,314 | 0,345 | 0,159 | 0,722 | 0,761 | 0,133 |
| Витамин РР (никотинамид), мг/100г | 0 | 0 | 0 | 0 | 12,096 | 0,147 | 0 | 0 | 0 | 0,037 | 0,091 | 0,147 | 0 |
| Массовая доля полифенолов, % | 0,18 | 60,02 | 4,52 | 1,53 | 1,24 | 3,92 | 0,09 | 12,82 | 0,59 | 0 | 2,39 | 1,28 | 6,61 |
| Антиоксиданты, мг/100 г | 1,87 | 3,61 | 2,12 | 1,38 | 1,23 | 1,63 | 1,0 | 2,49 | 1,8 | 1,18 | 1,36 | 1,72 | 1,67 |

Итальянскими учеными из университета Мессины и IEMEST – отдела Биомолекулярных стратегий, Генетики и Авангардной терапии проведены исследования по успешному применению рибофлавина при антиретровирусном лечении, приводящем к вторичной триметиламинурии [24].

Высокое содержание никотиновой кислоты (витамин В₃) по результатам исследования обнаружено в солодке в количестве 3,081 мг/100 г, в калине в 1,16 раз меньше, в зверобое в 1,62 раза, в рябине в 2,6 раза, в мать-и-мачехе в 2,9 раз меньше, в цикории в 3,37 раз меньше, в облепихе в 3,96 раз, в шиповнике 4,51 раз, в остальных лекарственных растениях в среднем его количество составило 0,235 мг/100 г. Никотиновая кислота снижает уровень холестерина в крови. А также украинскими учеными из национального медицинского университета имени А.А. Богомольца были получены результаты, указывающие на снижение перекисного окисления белка в кардиомиоцитах, вызванное никотиновой кислотой, в модели хронической сердечной

недостаточности у крыс, что в свою очередь позволяет рассматривать никотино-вую кислоту как препарат с потенциальной кардиопротекторной активностью [25].

Наибольшее содержание пантотеновой кислоты (витамин В₅) обнаружено в облепихе 1,506 мг/100 г, затем в солодке, мать-и-мачехе и шиповнике, уступающим облепихе соответственно в 4,9 раз, 8 раз и 8,7 раз. В семенах льна пантотеновой кислоты не обнаружено, в остальных же образцах ее содержание в среднем составило 0,063 мг/100 г. Витамин В₅ играет важную роль в формировании антител, способствующих укреплению иммунитета, усвоению других витаминов, нормализации окислительных и восстановительных процессов, обеспечивающих нормальную деятельность головного мозга. Дополнительно учеными Ceri N.G., Gulle K., Arasli M., Akpolat M., Demirci B. сделан вывод, что витамин В₅ может быть безопасным и экономически эффективным витамином для профилактики осложнений диабета [26].

Больше всего пиридоксина (Витамин В₆) выявлено в облепихе (0,680 мг/100 г) и

зверобое (0,427 мг/100 г), затем следуют солодка и девясил, уступающие облепихе на 70,8%. Наименьшее количество пиридоксина обнаружено шиповнике, калине и мать-и-мачехе в среднем уступающим зверобою на 94,2%. В семенах льна пиридоксина не обнаружено. В остальных исследуемых травах пиридоксина в среднем содержится 0,091 мг/100 г. Данный витамин необходим для образования антител, красных кровяных клеток, участия в усвоении нервными клетками глюкозы и предположительно в подавлении тяжести протекания Covid-19, за счет подавления воспалительных процессов, окислительного и карбонильного стресса [27].

Фолиевая кислота (витамин B₉) необходима для развития и роста кровеносной и иммунной системы и обнаружена она во всех образцах растений кроме семян льна. Самое высокое содержание витамина B₉ обнаружено в солодке (0,396 мг/100 г), а наименьшее – в корневищах алтея, зверобое и девясиле, соответственно в 36 раз, 26,4 раза и в 18 раз меньше по сравнению с солодкой. В остальном сырье он находится в среднем 0,047 мг/100 г.

Высокое содержание аскорбиновой кислоты (витамин С) выявлено в шиповнике (4,355 мг/100 г) и зверобое (4,314 мг/100 г). В облепихе, имбире и солодке аскорбиновой кислоты содержится в среднем 1,272 мг/100 г, меньше всего ее в семенах льна и корневищах алтея соответственно в 32,7 раз и 27,3 раза меньше по сравнению с шиповником. В остальных образцах исследуемых лекарственных трав содержание витамина С находится в пределах 0,647-0,345 мг/100 г, что в среднем уступает шиповнику на 86,4%.

Совместное исследование Иранских и Турецких ученых показало, что внутривенное введение относительно высокой дозы витамина С тяжелобольным пациентам с тяжелой пневмонией было безопасным и могло уменьшить воспаление, продолжительность искусственной вентиляции легких и применение вазопрессоров без какого-либо существенного влияния на смертность [28].

В солодке, зверобое облепихе, имбире, рябине, цикории, калине и семенах льна никотинамида (витамин РР) не выявлено. Наименьшее его количество обнаружено в корневищах алтея – 0,037 мг/100г, на 59,3% больше обнаружено в тысячелистнике и на 74,8% выше в мать-и-мачехе и девясиле, а

самое высокое содержание никотинамида обнаружилось в шиповнике – в 326,9 раз больше по сравнению с корневищем алтея.

Согласно проведенным исследованиям авторами [29] по выявлению влияния никотинамида на снижение осложнений диабета, вызванных стрептозотоцином, и увеличение выживаемости крыс, показало, что ассоциация никотинамида у диабетических крыс, стрептозотоцининдуцированных диабетом, предотвращает большинство ожидаемых нарушений (повышение артериального давления, диастолические функции, ожирение), главным образом за счет сохранения парасимпатических и барорефлекторных параметров.

Существует все больше доказательств того, что никотинамид участвует в дифференцировке и здоровье нейронов, повреждении нейронов и нейродегенерации в центральной нервной системе. Изменения в уровнях никотинамида были связаны с Болезнями Альцгеймера, Паркинсона и Хантингтона, и лечение никотинамидом на животных моделях показало улучшение нейродегенерации и связанное с этим восстановление поведения. В равной степени имеются доказательства использования никотинамида в качестве восстановительного средства на животных моделях повреждения нейронов и ишемии [30].

Наибольшее содержание массовой доли полифенолов обнаружено в облепихе – 60,02%, затем в зверобое в 4,6 раз меньше по сравнению с облепихой. В семенах льна, имбире, мать-и-мачехе и тысячелистнике массовая доля полифенолов содержится в пределах от 2,39 % до 6,61%. В солодке, девясиле и шиповнике в среднем массовая доля полифенолов достигает 1,35%. В корневищах алтея полифенолов не обнаружено, а в калине, рябине и цикории массовая доля полифенолов выявлена в пределах от 0,09% до 0,59.

Полифенолы в организме человека оказывают многостороннее противовоспалительное действие [31].

Самое высокое содержание антиоксидантов определено в облепихе (3,61 мг/100г), зверобое и имбире, по сравнению с облепихой меньше на 31% и 41,3% соответственно, а самое наименьшее в цикории – 1,0 мг/100г, что на 72,2% меньше относительно облепихи. В остальных образцах

содержание антиоксидантов варьируется в среднем 1,54 мг/100г.

Заклучение, выводы

Исходя из полученных данных видно, что наиболее подходящим для придания иммуностимулирующего действия кондитерским изделиям является следующее лекарственное сырье: листья облепихи, зверобой. Данное сырье будет направлено на изучение сохранности их активных компонентов в кондитерских изделиях.

Учитывая вышеизложенное, необходимо отметить высокое содержание витаминов, полифенолов и антиоксидантов в отобранных для исследования лекарственных травах, что должно будет обеспечить оптимальное содержание биологически активных веществ в конечном продукте при производстве функциональных иммуностимулирующих кондитерских изделий.

Исследования проводятся в Алматынском технологическом университете, г. Алматы, Республики Казахстан в рамках проекта №АР09058293 «Разработка технологии производства диетических иммуностимулирующих кондитерских изделий на основе переработки местного растительного сырья», финансируемого Министерством образования и науки Республики Казахстан

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Докучаева Е.А., Сяхович В.Э., Богданова Н.В. Общая биохимия: Витамины: практикум. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 52 с.
2. Ламажапова Г.П. Физиология питания. Учебное пособие - М.: Мир науки, 2016. – 146 с.
3. Кукенов М.К., Аверина В.Ю. и др. Лекарственные растения Казахстана и их использование. – Казахстан: Алматы: Ылым, 1996. –344 с.
4. Abolfathi M.E., Tabeidian S.A., Shahraki A.D.F., Tabatabaei S.N., Habibian M. Ethanol extract of elecampane (*Inula helenium* L.) rhizome attenuates experimental cold-induced ascites (pulmonary hypertension syndrome) in broiler chickens // *Animal Feed Science and Technology*, 2021. – Vol. 272. – P. 114755. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114755>.
5. Dyakova N.A., Gaponov S.P., Slivkin A.I., Belenova A.S., Karlov P.M., Lavrov S.V. Elaboration of an express technique for inulin extraction from the roots of elecampane (*Inula helenium* L.) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Vol. 640. – №052021 P. 1-5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052021>.
6. Lubsandorzheva P.B., Rendyuk T.D., Dashinamzhilov Zh.B., Dargaeva T.D., Ferubko E.V. Pharmacognostic Study of Collection and Study of its Hepatoprotective Activity// *Pharmacognosy Journal*, 2021. – Vol.13.3. – P.713-721. <https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.91>.
7. Anderson-Dekkers I., Nouwens-Roest M., Peters B., Vaughan E. ‘Chapter 17 - Inulin’. *Handbook of Hydrocolloids (Third Edition)*. Ed. by G.O. Phillips and P.A. Williams. Third Edition. Woodhead Publishing, 2021. – 948 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820104-6.00015-2>.
8. Watson A.W., Houghton D., Avery P.J., Stewart C., Vaughan E.E., Meyer P.D., de BosKuil M.J.J., Weijs P.J.M., Brandt K. Changes in stool frequency following chicory inulin consumption, and effects on stool consistency, quality of life and composition of gut microbiota // *Food hydrocolloids*, 2019. – Vol. 96. – P. 688-698. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.06.006>.
9. Wu R., Yang J., Wang L., Xiujuan G. Physiological response of flax seedlings with different drought-resistances to drought stress// *Acta Agric Boreali-Sinica*, 2019.- Vol.34. - P. 145-153.
10. Conforti F.D., Davis S.F. The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread// *International Journal of Food Science and Technology*, 2006. – Vol.41 (SUPPL. 2), P. 95-101. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01410.x>.
11. Rajiv J., Indrani D., Prabhasankar P., Venkateswara Rao G. Rheology, fatty acid profile and storage characteristics of cookies as influenced by flax seed (*Linum usitatissimum*)// *J Food Sci Technol*, 2012. – Vol.49, P.587–593. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0307-2>.
12. Bokov D.O., Sharipova R.I., Potanina O.G., Nikulin A.V., Nasser R.A., Samylin I.A., Chevidae V.V., Kakhrmanova S.D., Sokhin D.M., Klyukina E.S., Rendyuk T.D., Janulis V., Krasnyuk I.I., Bessonov V.V. Polysaccharides of crude herbal drugs as a group of biologically active compounds in the field of modern pharmacognosy: physicochemical properties, classification, pharmacopoeial analysis // *Systematic Review Pharmacy*, 2020. – Vol. 11. – №6. – P. 206-212. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.6.32>.
13. Van der Gaag E.J., Hummel T.Z. Food or medication? The therapeutic effects of food on the duration and incidence of upper respiratory tract infections: a Review of the literature // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2020. – P. 1-14.
14. Bobinaitė R., Kraujalis P., Tamkutė L., Urbonavičienė D., Viškelis P., Venskutonis P.R. Recovery of bioactive substances from rowanberry pomace by consecutive extraction with supercritical

carbon dioxide and pressurized solvents // *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2020. – Vol. 85. – P. 152-160.

15. Kajszczyk D., Zakłós-Szyda M., Podśędek A. *Viburnum opulus* L.— A review of phytochemistry and biological effects // *Nutrients*, 2020. – Vol. 12. – №11. p 3398. <https://doi.org/10.3390/nu12113398>.

16. Yıldız R., Ekici H., Yarsan E. Antioxidant effects of *viburnum opulus* on streptozotocin-induced experimental diabetic rats // *Journal of Applied Biological Sciences*, 2020. – Vol. 14. – №2. – P. 124-135.

17. Pramono S. Utilisation and functional components evaluation of ginger // *Ginger Cultivation and Its Antimicrobial and Pharmacological Potentials*, 2020. – P. 1-14.

18. Amreen K., Shukla V., Shukla S., Rajagopal D., Kumar A.S. Redox behaviour and surface-confinement of electro active species of ginger extract on graphitized mesoporous carbon surface and its copper complex for H₂O₂ sensing // *Nano-Structures & Nano-Objects*, 2017. – Vol. 11. – P. 56-64. DOI:10.1016/j.nanos.2017.06.004.

19. Myint M.M., Khine M.M. Determination of Bioactivities and Identification of Isolated Compounds from the Rhizome of *Zingiber officinale* Roscoe (Ginger) // *Dagon University Research Journal*, 2017. - Vol. 10 – P.85-93.

20. ГОСТ 31483-2012. Премиксы. Определение содержания витаминов: В (тиаминхлорида), В (рибофлавина), В (пантотеновой кислоты), В (никотиновой кислоты и никотиамида), В (пиридоксина), В (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой кислоты) методом капиллярного электрофореза. - Введ. 2013-07-01.- М.: Стандартинформ, 2012.– 17 с.

21. Kukharensko A., Brito A., Yashin Y.I, Yashin, A.Y., Kuznetsov R.M., Markin P.A., Bochkareva, N.L., Pavlovskiy I.A., Appolonova S.A. Total antioxidant capacity of edible plants commonly found in East Asia and the Middle East determined by an amperometric method // *Food Measure*, 2020. – Vol.14. – P. 809–817. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00329-8>.

22. Murzahmetova M.K., Tayeva A.M., Baimaganbetova G.B., Nabyeva Z.S., Kizatova M.Z., Kulazhanov K.S., Vitavskaya A.V. Antioxidant activity of breads // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2015. - Vol. 6. - I. 3. - P. 1020-1025.

23. Hernandez-Vazquez A.D.J., Garcia-Sanchez J.A., Moreno-Arriola E., Salvador-Adriano A., Ortega-Cuellar D., Velazquez-Arellano A. Thiamine Deprivation Produces a Liver ATP Deficit and Metabolic and Genomic Effects in Mice: Findings Are Parallel to Those of Biotin Deficiency and Have

Implications for Energy Disorders // *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics*, 2016. – Vol. 9 (5-6). - P. 287-299. - ISSN 1661-6758. DOI:10.1159/000456663.

24. Scimone C., Alibrandi S., Donato L., Giofre S.V., Rao G., Sidoti A., D'Angelo R. Antiretroviral treatment leading to secondary trimethylaminuria: Genetic associations and successful management with riboflavin // *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*, 2020. – Vol. 46 (2). - P. 304-309. DOI: 10.1111/jcpt.13315.

25. Nizhenkovska I., Narokha V., Kuznetsova O. Effects of nicotinic acid on protein oxidative modifications in experimental chronic heart failure // *Farmacia*, 2018. - Vol. 66, 6. - P. 959-962. DOI: <HTTP://DOI.ORG/10.31925/FARMACIA.2018.6.5>.

26. Ceri N.G., Gulle K., Arasli M., Akpolat M., Demirci B. Protective Effect of Vitamin B5 (Dexpanthenol) on Nephropathy in Streptozotocin Diabetic Rats// *Meandros medical and dental journal*, 2021. – Vol. 22. - P. 53-56. DOI 10.4274/meandros.galenos.2021.65002.

27. Kumrungsee T., Zhang P., Chartkul M., Yanaka N., Kato N. Potential Role of Vitamin B6 in Ameliorating the Severity of COVID-19 and Its Complications// *Frontiers in Nutrition*, 2020. - Vol. 7. – P.1-5. Article № 562061. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.562051>

28. Mahmoodpoor A., Shadvar K., Sanaie S., Hadipoor M.R., Pourmoghaddam M.A., Saghaleini S.H. Effect of Vitamin C on mortality of critically ill patients with severe pneumonia in intensive care unit: a preliminary study // *BMC Infectious Diseases*, 2021. – Vol.21, 616. – P. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06288-0>.

29. Cruz P.L., Moraes-Silva I.C., Ribeiro A.A., Machi J.F., de Melo M.D.T., dos Santos F., da Silva M.B., Strunz C.M.C., Caldini E.G., Irigoyen M.C. Nicotinamide attenuates streptozotocin-induced diabetes complications and increases survival rate in rats: role of autonomic nervous system// *BMC Endocrine Disorders*, 2021. – Vol.21. – P. 1-10. Article №133. DOI: 10.1186/s12902-021-00795-6.

30. Fricker R.A., Green E.L., Jenkins S.I., Griffin S.M. The Influence of Nicotinamide on Health and Disease in the Central Nervous System. // *International Journal of Tryptophan Research*, 2018. – Vol. 11. – P. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1177/1178646918776658>.

31. Абатуров А.Е., Волосовец А.П., Борисова Т.П. Медикаментозное управление окислительно-восстановительным состоянием организма при заболеваниях органов дыхания (часть 6) // *Здоровье ребенка. Теоретическая*

медицина, 2018. – Т.13. - №8. - С. 783-796.
DOI: 10.22141/2224-0551.13.8.2018.154160.

REFERENCES

1. Dokuchaeva E.A., Sjahovich V.Je., Bogdanova N.V. *Obshhaja biohimija: Vitaminy: praktikum.* – Minsk: IVC Minfina, 2017. – 52 с. (in Russian).
2. Lamazhapova G.P. *Fiziologija pitaniya. Uchebnoe posobie* - M.: Mir nauki, 2016. – 146 s. (in Russian).
3. Kukenov M.K., Averina V.Ju. i dr. *Lekarstvennye rastenija Kazahstana i ih ispol'-zovanie.* – Kazahstan: Almaty: Fylym, 1996. –344 s. (in Russian).
4. Abolfathi M.E., Tabeidian S.A., Shahraki A.D.F., Tabatabaei S.N., Habibian M. Ethanol extract of elecampane (*Inulahelenium L.*) rhizome attenuates experimental cold-induced ascites (pulmonary hypertension syndrome) in broiler chickens // *Animal Feed Science and Technology*, 2021. – Vol. 272. – P. 114755. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114755>.
5. Dyakova N.A., Gaponov S.P., Slivkin A.I., Belenova A.S., Karlov P.M., Lavrov S.V. Elaboration of an express technique for inulin extraction from the roots of elecampane (*Inulahelenium L.*) // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – IOP Publishing, 2021. – Vol. 640. – №052021 P. 1-5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052021>.
6. Lubsandorzheva P.B., Rendyuk T.D., Dashinamzhilov Zh.B., Dargaeva T.D., Ferubko E.V. Pharmacognostic Study of Collection and Study of its Hepatoprotective Activity// *Pharmacognosy Journal*, 2021. – Vol.13,3. - P.713-721. <https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.91>.
7. Anderson-Dekkers I., Nouwens-Roest M., Peters B., Vaughan E. ‘Chapter 17 - Inulin’. *Handbook of Hydrocolloids (Third Edition)*. Ed. by G.O. Phillips and P.A. Williams. Third Edition. Woodhead Publishing, 2021. – 948 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820104-6.00015-2>.
8. Watson A.W., Houghton D., Avery P.J., Stewart C., Vaughan E.E., Meyer P.D., de BosKuil M.J.J., Weijs P.J.M., Brandt K. Changes in stool frequency following chicory inulin consumption, and effects on stool consistency, quality of life and composition of gut microbiota // *Food hydrocolloids*, 2019. – Vol. 96. – P. 688-698. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.06.006>.
9. Wu R., Yang J., Wang L., Xiujuan G. Physiological response of flax seedlings with different drought-resistances to drought stress// *Acta Agric Boreali-Sinica*, 2019.- Vol.34. - P. 145-153.
10. Conforti F.D., Davis S.F. The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread// *International Journal of Food Science and Technology*, 2006. – Vol.41 (SUPPL. 2), P. 95-101. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01410.x>.
11. Rajiv J., Indrani D., Prabhasankar P., Venkateswara Rao G. Rheology, fatty acid profile and storage characteristics of cookies as influenced by flax seed (*Linum usitatissimum*)// *J Food Sci Technol*, 2012. – Vol.49, P.587–593. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0307-2>.
12. Bokov D.O., Sharipova R.I., Potanina O.G., Nikulin A.V., Nasser R.A., Samylin I.A., Chevdaev V.V., Kakhrmanova S.D., Sokhin D.M., Klyukina E.S., Rendyuk T.D., Janulis V., Krasnyuk I.I., Bessonov V.V. Polysaccharides of crude herbal drugs as a group of biologically active compounds in the field of modern pharmacognosy: physicochemical properties, classification, pharmacopoeial analysis // *Systematic Review Pharmacy*, 2020. – Vol. 11. – №6. – P. 206-212. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.6.32>.
13. Van der Gaag E.J., Hummel T.Z. Food or medication? The therapeutic effects of food on the duration and incidence of upper respiratory tract infections: a Review of the literature // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* – 2020. – P. 1-14.
14. Bobinaitė R., Kraujalis P., Tamkutė L., Urbonavičienė D., Viškėlis P., Venskutonis P.R. Recovery of bioactive substances from rowanberry pomace by consecutive extraction with supercritical carbon dioxide and pressurized solvents // *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2020. – Vol. 85. – P. 152-160.
15. Kajszyk D., Zakłós-Szyda M., Podśędek A. *Viburnum opulus L.*— A review of phytochemistry and biological effects // *Nutrients*, 2020. – Vol. 12. – №11, 3398. <https://doi.org/10.3390/nu12113398>.
16. Yıldız R., Ekici H., Yarsan E. Antioxidant effects of *viburnum opulus* on streptozotocin-induced experimental diabetic rats // *Journal of Applied Biological Sciences*, 2020. – Vol. 14. – №2. – P. 124-135.
17. Pramono S. Utilisation and functional components evaluation of ginger // *Ginger Cultivation and Its Antimicrobial and Pharmacological Potentials*, 2020. – P. 1-14.
18. Amreen K., Shukla V., Shukla S., Rajagopal D., Kumar A.S. Redox behaviour and surface-confinement of electro active species of ginger extract on graphitized mesoporous carbon surface and its copper complex for H₂O₂ sensing // *Nano-Structures & Nano-Objects*, 2017. – Vol. 11. – P. 56-64. DOI:10.1016/j.nanoso.2017.06.004.

19. Myint M.M., Khine M.M. Determination of Bioactivities and Identification of Isolated Compounds from the Rhizome of *Zingiber officinale* Roscoe (Ginger)// *Dagon University Research Journal*, 2017. - Vol. 10 – P.85-93.
20. GOST 31483-2012. Premiksy. Opre-delenie sodержaniya vitaminov: B (tiaminhlo-rida), B (riboflavina), B (pantotеноvoj kisloty), B (nikotinovej kisloty i nikotinamida), B (piridoksina), B (folievoj kisloty), C (askorbinovej kisloty) metodom kapilljarnogo jelektroforeza. - Vved. 2013-07-01.- M.: Standartinform, 2012.– 17 s. (in Russian).
21. Kukharenko A., Brito A., Yashin Y.I., Yashin, A.Y., Kuznetsov R.M., Markin P.A., Bochkareva, N.L., Pavlovskiy I.A., Appolonova S.A. Total antioxidant capacity of edible plants commonly found in East Asia and the Middle East determined by an amperometric method// *Food Measure*, 2020. – Vol.14. – P. 809–817. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00329-8>.
22. Murzahmetova M.K., Tayeva A.M., Baimaganbetova G.B., Nabyeva Z.S., Kizatova M.Z., Kulazhanov K.S., Vitavskaya A.V. Antioxidant activity of breads // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2015. - Vol. 6. - I. 3. - P. 1020-1025.
23. Hernandez-Vazquez A.D.J., Garcia-Sanchez J.A., Moreno-Arriola E., Salvador-Adriano A., Ortega-Cuellar D., Velazquez-Arellano A. Thiamine Deprivation Produces a Liver ATP Deficit and Metabolic and Genomic Effects in Mice: Findings Are Parallel to Those of Biotin Deficiency and Have Implications for Energy Disorders // *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics*, 2016. – Vol. 9 (5-6). - P. 287-299. - ISSN 1661-6758. DOI:10.1159/000456663.
24. Scimone C., Alibrandi S., Donato L., Giofre S.V., Rao G., Sidoti A., D'Angelo R. Antiretroviral treatment leading to secondary trimethylaminuria: Genetic associations and successful management with riboflavin // *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*, 2020. – Vol. 46 (2). - P. 304-309. DOI: 10.1111/jcpt.13315.
25. Nizhenkovska I., Narokha V., Kuznetsova O. Effects of nicotinic acid on protein oxidative modifications in experimental chronic heart failure // *Farmacia*, 2018. - Vol. 66, 6. - P. 959-962. DOI: [HTTP://DOI.ORG/10.31925/FARMACIA.2018.6.5](http://doi.org/10.31925/FARMACIA.2018.6.5).
26. Ceri N.G., Gulle K., Arasli M., Akpolat M., Demirci B. Protective Effect of Vitamin B5 (Dexpanthenol) on Nephropathy in Streptozotocin Diabetic Rats// *Meandros medical and dental journal*, 2021. – Vol. 22. - P. 53-56. DOI 10.4274/meandros.galenos.2021.65002.
27. Kumrungsee T., Zhang P., Chartkul M., Yanaka N., Kato N. Potential Role of Vitamin B6 in Ameliorating the Severity of COVID-19 and Its Complications// *Frontiers in Nutrition*, 2020. - Vol. 7. – P.1-5. Article № 562061. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.562051>
28. Mahmoodpoor A., Shadvar K., Sanaie S., Hadipoor M.R., Pourmoghaddam M.A., Saghaleini S.H. Effect of Vitamin C on mortality of critically ill patients with severe pneumonia in intensive care unit: a preliminary study // *BMC Infectious Diseases*, 2021. – Vol.21, 616. – P. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06288-0>.
29. Cruz P.L., Moraes-Silva I.C., Ribeiro A.A., Machi J.F., de Melo M.D.T., dos Santos F., da Silva M.B., Strunz C.M.C., Caldini E.G., Irigoyen M.C. Nicotinamide attenuates streptozotocin-induced diabetes complications and increases survival rate in rats: role of autonomic nervous system// *BMC Endocrine Disorders*, 2021. – Vol.21. – P. 1-10. Article №133. DOI: 10.1186/s12902-021-00795-6.
30. Fricker R.A., Green E.L., Jenkins S.I., Griffin S.M. The Influence of Nicotinamide on Health and Disease in the Central Nervous System. *International Journal of Tryptophan Research*, 2018. – Vol. 11. – P. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1177/1178646918776658>.
31. Abaturov A.E., Volosovec A.P., Borisova T.P. Medikamentoznoe upravlenie okislitel'novosstanovitel'nym sostojaniem or-ganizma pri zabojevanijah organov dyhanija (chast' 6) // *Zdorov'e rebenka. Teoreticheskaja medicina*, 2018. – T.13. - №8. - S. 783-796. DOI: 10.22141/2224-0551.13.8.2018.154160. (in Russian).