Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 3, 2026 Traditional Medicine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В ЭКСТРАКТЕ СМЕСИ ТОПОЛЯ И ИВЫ И ОЦЕНКА ИХ ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

Аъзамжон Хасанбой угли Турдыбоев
Ферганский государственный университет, докторант базовой докторантуры
https://orcid.org/0009-0003-6724-1014
E-mail: turdiboyevazamjon@gmail.com

Мукаммал Йормухаматовна Имомова
Ферганский государственный университет, доктор философии (PhD) по химическим наукам, профессор
https://orcid.org/0009-0001-6784-1424

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss3.2026.554

Ключевые слова: ВЭЖХ, водорастворимые витамины, тополь, ива, экстракция, витамины группы В, витамин С

Аннотация

В данном исследовании методом ВЭЖХ (высокоэффективной жидкостной хроматографии) было определено содержание водорастворимых витаминов в растительной смеси тополя (Populus spp.) и ивы (Salix spp.) в соотношении 1:1. По результатам анализа установлено наличие витаминов С, С, В1, В2, В3, В6, В9 и РР, при этом витамин В12 не обнаружен. Полученные данные показывают, что данная смесь может рассматриваться как источник биологически активных микронутриентов, обладающих важным научным и практическим значением для поддержания здоровья человека.

Как цитировать

Турдибоев, А. Х., & Имомова, М. Ё. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СМЕСИ ТОПОЛЯ И ИВЫ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(3). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss3.2026.554

Введение. Витамины являются одними из важнейших микроби ологических регуляторов в организме человека. Они принимают непосредственное участие в клеточном метаболизме, энергетическом обмене, ферментативных реакциях и процессах обновления тканей. Особенно водорастворимые витамины- витамины группы В и витамин С- не накапливаются в организме, поэтому их регулярное поступление с пищей или через биологически активные добавки необходимо. Дефицит этих веществ приводит к нарушениям центральной нервной системы, проблемам кровообращения, снижению иммунитета и развитию заболеваний, связанных с оксидативным стрессом.

В последние годы активно проводятся фитотерапевтические исследования, направленные на укрепление здоровья человека за счёт природных источников. Особый научный интерес вызывают растительные экстракты, экологически чистые и богатые фенольными и флавоноидными соединениями, которые могут служить источником витаминов. Среди таких растений тополь (Populus spp.) и ива (Salix spp.), которые издавна применяются в народной медицине как противовос палительное, жаропонижающее и обезболивающее средство. В их составе выявлены танины, органические кислоты, салицилаты, флавоноиды и другие биологически активные компоненты, однако содержание водорастворимых витаминов изучено недостаточно.

Научная новизна данного исследования заключается в том, что впервые проведён комплексный анализ водорастворимых витаминов смеси тополя и ивы (в соотношении 1:1) методом ВЭЖХ (высокоэффективной жидкостной хроматографии). Цель исследования- определить

витаминный состав данной смеси, оценить количественные соотношения витаминов и обосновать их биологическое значение для здоровья человека.

Такой подход позволяет не только выявить микронутриентный потенциал растительного сырья, но и расширяет возможности его применения в фармацев тической и нутрицевтической промышленности в качестве диетической добавки или функционального пищевого компонента.

Экспериментальная часть. Используемые реактивы и оборудование. Витамин B12 производства “Rhydburg Pharmaceuticals” (Германия), витамин C- “Carl Roth GmbH” (Германия), витамин B9- “DSM Nutritional Products GmbX” (Германия), а также витамины B1, B2, B3, B6 и PP-компании “BLDPharm” (Китай) были использованы в работе. Применялись реактивы HPLC-качества: вода, ацетонитрил, уксусная кислота и гидроксид натрия высокой химической чистоты. Количественное определение водорастворимых витаминов в растительном сырье проводилось на высокоэффективном жидкостном хроматографе LC-40 Nexera Lite (Shimadzu, Япония) [1].

Приготовление стандартных растворов. Стандартные растворы витаминов C (CAS 50-81-7), B1 (CAS 59-43-8), B6 (CAS 58-56-0), B3 (CAS 59-67-6), B12 (CAS 68-19-9) и PP (CAS 98-92-0) с концентрацией 100 мг/л готовили путём растворения 5 мг каждого витамина в 50 мл 0,1 N раствора HCl. Для витаминов B2 (CAS 83-88-5) и B9 (CAS 59-30-3) применяли 0,025 % раствор гидроксида натрия, в котором растворяли по 5 мг вещества в 50 мл. Затем из исходных растворов витаминов B1, B6, B3, B12 и PP отбирали по 200 мкл, смешивали между собой и получали раствор с концентрацией 14,286 мг/л. На его основе готовили растворы с концентрациями 7,143; 3,571 и 1,786 мг/л. Для витамина C были приготовлены растворы с концентрациями 286; 143; 71,5 и 57,2 мг/л. Для нулевой точки градуировочного графика использовалась дистиллированная вода.

Приготовление растительного экстракта. Для экстракции водораствори мых витаминов из исследуемого образца взвешивали 1 г и помещали в коническую колбу объёмом 50 мл, после чего добавляли 25 мл 0,1 N раствора HCl. Смесь подвер гали ультразвуковой экстракции в ванне GT SONIC-D3 (Китай) при температуре 60 °C в течение 20 минут. После охлаждения раствор фильтровали и доводили до 25 мл водой в мерной колбе. Из полученного экстракта 1,5 мл фильтровали через шприцевый фильтр с размером пор 0,22 мкм, переносили во флакон и использовали для анализа.

Хроматографические условия.

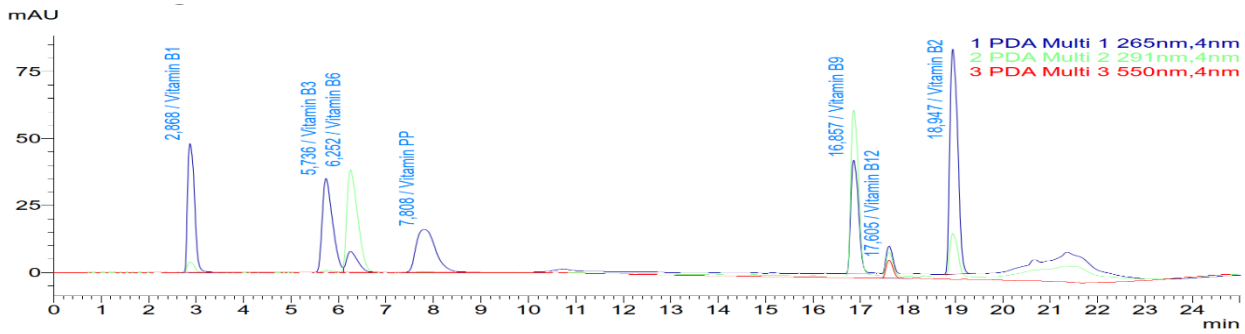
Определение витаминов. Стандартные растворы и экстракт образца анализировали на ВЭЖХ-системе LC-40 Nexera Lite, включающей насос LC-40D, автосамплер SIL-40 и фотодиодный детектор SPD-M40 (PDA), управляемой программным обеспечением LabSolutions версии 6.92. Применялась обращённо-фазная колонка Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; 5 мкм, Shimadzu, Япония). Подвижная фаза представляла собой градиент ацетонитрила (A) и 0,25 % водного раствора уксусной кислоты (B) согласно таблице 1. Объём инъекции составлял 10 мкл, скорость потока- 0,6 мл/мин, температура колонки- 40 °C. Аналитические сигналы витаминов регистрировали при трёх длинах волн: 265, 291 и 550 нм (рис. 1-3). Для определения витамина C применяли 15-минутный градиент (таблица 2), регистрация сигнала проводилась при 265 нм.

Программа градиента подвижной фазы для определения витаминов.

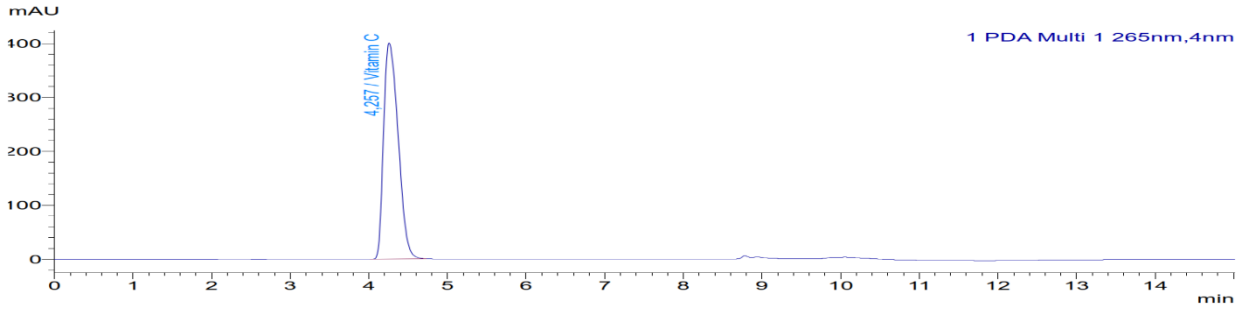
Время, мин	Acetonitrile (A), %	0,5%-ная уксусная кислота (B), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	Завершение	

Программа градиента подвижной фазы при определении содержания витамина С.

Время, мин	Acetonitrile (A), %	0,5%-ная уксусная кислота (B), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100
15	Завершение	



Хроматограмма стандартного раствора витаминов.



Хроматограмма стандартного раствора витамина С.

Полученные результаты. Определение витаминов в составе растительного экстракта. Были получены хроматограммы образца экстракта (рис. 3–4), на основании которых рассчитано содержание витаминов в 100 г образца по следующей формуле. Результаты расчётов приведены в таблице 3.

$$X = \frac{C_{vit} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{namuna}} \cdot 100\ g$$

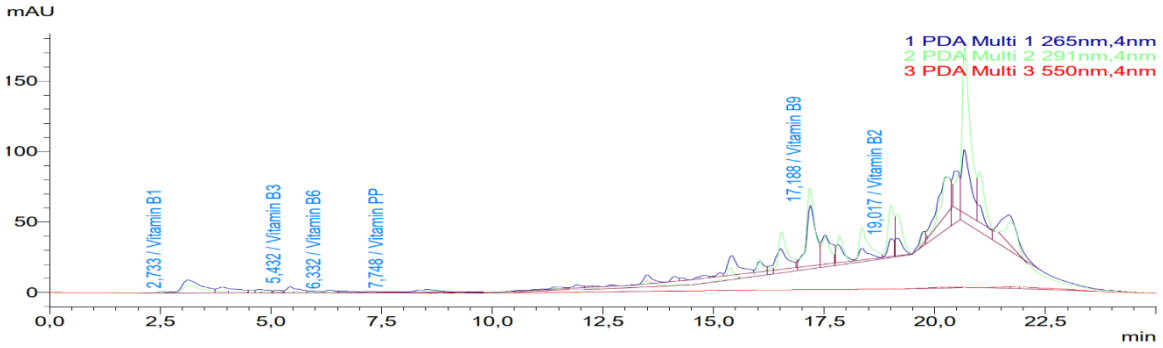
Здесь:

X-содержание витамина в 100 г образца, мг;

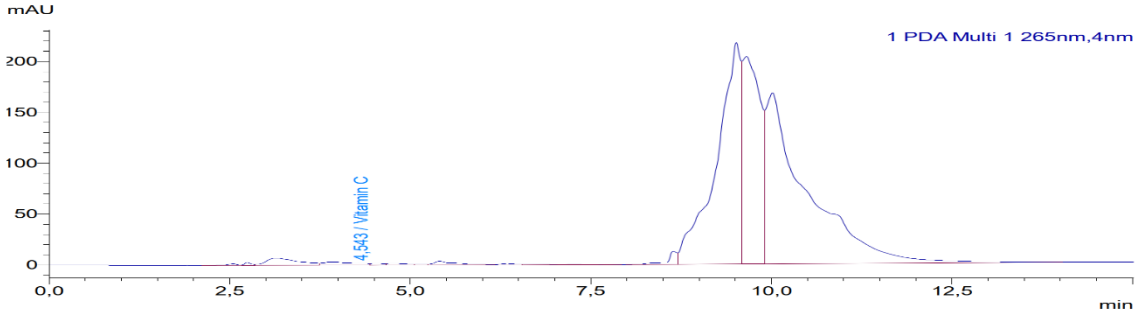
Cvit-концентрация витамина, определённая методом ВЭЖХ (высокоэф фективной жидкостной хроматографии), мг/л;

Vэкстракт-объём экстракта, л;

mобразца-масса навески образца, использованного для приготовления экстракта, г.



Хроматограмма определения витаминов в составе образца экстракта.



Хроматограмма определения витамина С в составе растительного экстракта.

Содержание витаминов и времена их удерживания в экстракте.

Vitamin	Retention time, s	Concentration, mg/L	Content in 100 g of the sample, mg
Vitamin B_1	2,733	0,275	0,688
Vitamin B_3	5,432	2,656	6,640
Vitamin PP	7,748	0,245	0,613
Vitamin B_9	17,188	19,275	48,188
Vitamin B_2	19,017	1,936	4,840
Vitamin B_6	6,332	0,129	0,323
Vitamin B_{12}	Не обнаружено.	0	0,000
Vitamin C	4,543	0,731	1,828

Анализ результатов и их медицинское значение. Результаты анализа показали, что в экстракте смеси тополя и ивы содержится семь водорастворимых витаминов: B_1, B_2, B_3, B_6, B_9, PP и C; витамин B_{12} не обнаружен. Среди них наибольшее количество приходится на фолат (B_9)- 48,188 мг/100 г, что подтверждает гематопоэтическое и нейропротекторное значение растительной смеси. Фолиевая кислота играет ключевую роль в синтезе ДНК, созревании эритроцитов и формировании нервной трубки у эмбриона в период беременности.

Витамины B_3 (ниацин, 6,64 мг/100 г) и B_2 (рибофлавин, 4,84 мг/100 г) имеют важное значение для поддержания оптимального митохондриального энергетического обмена, окислительно-восстановительных процессов и липидного метаболизма. Они способствуют нормальной работе сердечно-сосудистой, мышечной и нервной систем. Тиамин (B_1) и пиридоксин (B_6) участвуют в передаче нервных импульсов, снижении стрессовых реакций и нормализации функции мышц.

Содержание витамина С (1,828 мг/100 г) активизирует антиоксидан тную систему, нейтрализует свободные радикалы и усиливает иммунную защиту. Этот витамин также играет важную биохимическую роль в синтезе коллагена, восстановлении кожи и заживлении ран.

Суммарный анализ показал, что смесь тополя и ивы можно рассматривать как перспективную фитокомпозицию, поддерживающую функции нервной и сердечно-сосудистой систем, укрепляющую иммунитет и повышающую антиоксидантную защиту. Её рекомендуется включать в рацион детей, пожилых людей, а также лиц с иммунодефицитом или склонностью к метаболическим нарушениям.

Заключение. С помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) впервые проведён системный и комплексный анализ водорастворимых витаминов в смеси тополя (Populus spp.) и ивы (Salix spp.). Установлено наличие витаминов B_1, B_2, B_3, B_6, B_9, PP и C, при этом витамин B_{12} не обнаружен.

Определённый комплекс витаминов выполняет важные биологические функции в различных физиологических системах организма. Витамин B_1 (тиамин) поддерживает работу сердечной мышцы и нервных волокон, участвует в передаче нервных импульсов и активации энергетического обмена. Витамины B_2 (рибофлавин) и B_3 (ниацин) входят в состав ключевых ферментов окислительно-восстановительных реакций, обеспечивая выработку метаболической энергии. Витамин B_6 (пиридоксин) играет важную роль в трансаминировании аминокислот и регуляции гормонального баланса. Витамин B_9 (фолат) участвует в синтезе ДНК, эритропоэзе и формировании нервной трубки у эмбриона, поэтому он особенно важен во время беременности. Витамин PP (никотинамид) входит в состав коферментов NAD/NADP, регулирующих клеточные окислительно-восстановительные процессы и обеспечивающих стабильность метаболизма. Витамин C (аскорбиновая кислота) выступает мощным антиоксидантом, укрепляет иммунитет, стимулирует синтез коллагена и повышает противовоспалительную защиту организма.

Полученные результаты свидетельствуют, что данная растительная смесь, помимо витаминного комплекса, обладает антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами. Таким образом, экстракт тополя и ивы может быть использован не только как общеукрепляющее средство, но и как функциональный пищевой продукт или фармацевтическая добавка. В дальнейшем клинические и токсикологические исследования позволят научно обосновать эффективность этой смеси как нутрацевтического и фитотерапевтического продукта и расширить возможности её применения в фармацевтической практике.

Литературы

1. Asqarov I.R. va boshqalar. (2024). Suvda eruvchi vitaminlar miqdorini YuSSX usulida aniqlash metodikasi (Chilonjiyda misolida). Farg‘ona Davlat Universiteti, 30(5), 61.
2. Institute of Medicine (2000). Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. National Academies Press.
3. Ball, G. F. M. (2006). Vitamins in Foods: Analysis, Bioavailability, and Stability. CRC Press.
4. Zeisel, S. H. (2010). Choline: Critical Role During Fetal Development and Dietary Requirements in Adults. Annual Review of Nutrition, 29(1), 229-250.
5. Yadav, D. K., et al. (2019). Plant-based natural products as a tool for neuroprotection and cognitive enhancement. Phytomedicine, 55, 1-14.
6. Sivolapov A., Blagodarova T., Sivolapov V. Forty-five-year monitoring of selection stands of white (Populus alba L.), gray (Populus canescens Sm.), black poplar (Populus nigra L.), and willow (Salix alba L.) in Khoper State Natural Reserve //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2019. – Т. 226. – №. 1. – С. 012068.
7. Pajević S. et al. Phytoremediation capacity of poplar (Populus spp.) and willow (Salix spp.) clones in relation to photosynthesis //Archives of Biological Sciences. – 2009. – Т. 61. №. 2. – С. 239-247.
8. Zalesny Jr R. S., Bauer E. O. Selecting and utilizing Populus and Salix for landfill covers: implications for leachate irrigation //International journal of phytoremediation. 2007. – Т. 9. – №. 6. – С. 497-511.