Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

TERAK VA TOL ARALASHMASIDAN SUVDA ERUVCHI VITAMINLARNI ANIQLASH

A'zamjon Xasanboy o'g'li Turdiboyev
Farg'ona davlat universiteti, tayanch doktoranti
https://orcid.org/0009-0003-6724-1014
E-mail: turdiboyevazamjon@gmail.com

Mukammal Yormuhamatovna Imomova
Farg'ona davlat universiteti, kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent (PhD)
https://orcid.org/0009-0001-6784-1424

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

Kalit so'zlar: YuSSX, suvda eruvchi vitaminlar, terak, tol, ekstraksiya, B guruhi vitaminlari, C vitamini

Annotatsiya

Mazkur tadqiqotda terak (Populus spp.) va tol (Salix spp.) o'simliklarining 1:1 nisbatdagi aralashmasida suvda eruvchi vitaminlar YuSSX (yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi) usuli bilan aniqlandi. Natijalar asosida C, B1, B2, B3, B6, B9 va PP vitaminlarining miqdori baholandi, B12 vitamini aniqlanmadi. Olingan ma'lumotlar ushbu aralashmaning biologik faol mikronutrientlar manbai sifatida salomatlikni qo'llab-quvvatlashda ilmiy va amaliy ahamiyatga egaligini ko'rsatadi.

How to Cite

Turdiboyev, A. X. o'g'li, & Imomova, M. Y. TERAK VA TOL ARALASHMASIDAN SUVDA ERUVCHI VITAMINLARNI ANIQLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(3). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss3.2026.554

Kirish. Vitaminlar inson organizmidagi eng muhim mikrobiologik regulyatorlardan biri bo'lib, ular hujayra metabolizmi, energiya almashinuvi, fermen tativ reaksiyalar va to'qimalarning yangilanish jarayonlarida bevosita ishtirok etadi. Ayniqsa, suvda eruvchi vitaminlar-B guruhi vitaminlari va C vitamini-tanada zaxira holida to'planmaydi, shu sababli ularning muntazam ravishda oziq-ovqat yoki biolo gik faol qo'shimchalar orqali iste'moli zarurdir. Ushbu moddalarning yetishmov chiligi markaziy asab tizimi buzilishlari, qon aylanish muammolari, immunitetning pasayishi va oksidlovchi stressga bog'liq kasalliklarning rivojlanishiga sabab bo'ladi.

So'nggi yillarda inson sog'lig'ini tabiiy manbalar orqali mustahkamlashga qaratilgan fitoterapevtik tadqiqotlar keng miqyosda olib borilmoqda. Ayniqsa, ekologik jihatdan toza, fenolik va flavonoid birikmalar bilan boy bo'lgan o'simlik ekstraktlari vitamin manbai sifatida ilmiy qiziqish uyg'otmoqda. Shulardan terak (Populus spp.) va tol (Salix spp.) o'simliklari xalq tabobatida qadimdan yallig' lanishga qarshi, isitmani tushiruvchi va og'riqni kamaytiruvchi vosita sifatida ishlatilgan. Ularning tarkibida taninlar, organik kislotalar, salitsilatlar, flavonoidlar va boshqa biologik faol komponentlar aniqlangan bo'lsa-da, suvda eruvchi vitaminlar tarkibi haqida ma'lumotlar yetarlicha o'rganilmagan.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda terak va tol aralashmasining (1:1 nisbatda) suvda eruvchi vitaminlari birinchi bor YuSSX (yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi) usulida kompleks tahlil qilindi. Tadqiqotning maqsadi ushbu aralashmaning vitamin tarkibini aniqlash, ularning miqdoriy nisbatlarini baholash hamda ularning sog'liq uchun biologik ahamiyatini asoslashdan iborat.

Ushbu yondashuv, o'simlik xomashyolarining mikronutrient salohiyatini aniqlash bilan birga, ularni farmatsevtika va nutrasevtika sohalarida parhez qo'shimcha yoki funksional oziq-ovqat komponenti sifatida qo'llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Tajriba qism. Foydalanigan reaktiv va jihozlar. Vitamin B12 “Rhydburg Pharmaceuticals” (Germaniya), C vitamini “Carl Roth GmbH” (Germaniya), B9 vitamini “DSM Nutritional Products GmbX” (Germaniya), shuningdek B1, B2, B3, B6 va PP vitaminlari “BLDPharm” (Xitoy) korxonalaridan olingan. Tahlil jarayonida HPLC darajasidagi tozalikka ega suv, asetonitril, kimyoviy tozaligi yuqori sirka kislotasi hamda natriy gidroksidi reaktivlaridan foydalanildi.

O‘simlik tarkibidagi suvda eruvchan vitaminlar miqdori Yaponiyaning Shimadzu kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografida aniqlab chiqildi [1].

Standart eritmalarni tayyorlash. 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) va PP (CAS 98-92-0) vitaminlarining 100 mg/l konsentratsiyali standart eritmalari har bir vitaminning 5 mg dan miqdori 50 ml 0,1 N li HCl eritmasida eritilishi orqali tayyorlandi. B2 (CAS 83-88-5) va B9 (CAS 59-30-3) vitaminlari uchun esa 0,025 % li natriy gidroksid eritmasidan foydalanilib, 5 mg modda 50 ml eritmada eritildi.

Shundan so‘ng dastlabki B1, B6, B3, B12 va PP standart eritmalaridan 200 mkl dan olinib aralashtirildi va har bir vitaminning konsentratsiyasi 14,286 mg/l bo‘lgan eritma hosil qilindi. Ushbu eritmadan navbatma-navbat 7,143; 3,571 va 1,786 mg/l konsentratsiyali standartlar tayyorlandi. Vitamin C uchun 286; 143; 71,5 va 57,2 mg/l konsentratsiyadagi standart eritmalar tayyorlab olindi. Kalibrlash grafigini tuzishda 0 mg/l konsentratsiya nuqtasi sifatida toza suv qo‘llandi.

Namuna ekstraktini tayyorlash. Suvda eruvchan vitaminlarning ekstraksiyasi uchun tekshirilayotgan namunadan 1 g tortib olinib, 50 ml hajmli konussimon kolbaga joylashtirildi va 25 ml 0,1 N li HCl qo‘shildi. Aralashma GT SONIC-D3 (Xitoy) ultratovushli vannasida 60 °C haroratda 20 daqiqa davomida ekstraksiya qilindi. Keyin eritma sovitilib, filtrlandi va o‘lchov kolbasida suv bilan 25 ml ga yetkazildi. Olingan ekstraktdan 1,5 ml qismi 0,22 mkm li shpritsli filtr orqali filtrlanib, vialaga solindi hamda xromatografik tahlil uchun tayyorlandi.

Xromatografik sharoitlar.

Vitaminlarni aniqlash. Standart eritmalar va namuna ekstrakti LC-40D nasosi, SIL-40 avtosampleri hamda SPD-M40 foto-diod matritsali detektor (PDA)dan iborat LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografida, LabSolutions 6.92 dasturiy ta’minoti yordamida tahlil qilindi. Teskari fazali Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm, Shimadzu, Yaponiya) kolonkasi qo‘llanildi; harakatchan faza sifatida asetonitril (A) va suvdagi 0,25 % li sirka kislotasi (B) asosidagi gradientli tizim (1-jadval) ishlatildi. In’eksiya hajmi 10 mkl, oqim tezligi 0,6 ml/min, kolonka harorati esa 40 °C etib belgilandi. Har bir vitaminning analitik signali 265, 291 va 550 nm to‘lqin uzunliklarida qayd etildi (1-3-rasmlar). Vitamin C ni aniqlashda 15 daqiqali gradiyent qo‘llanildi (2-jadval) va uning signali 265 nm to‘lqin uzunligida o‘lchandi.

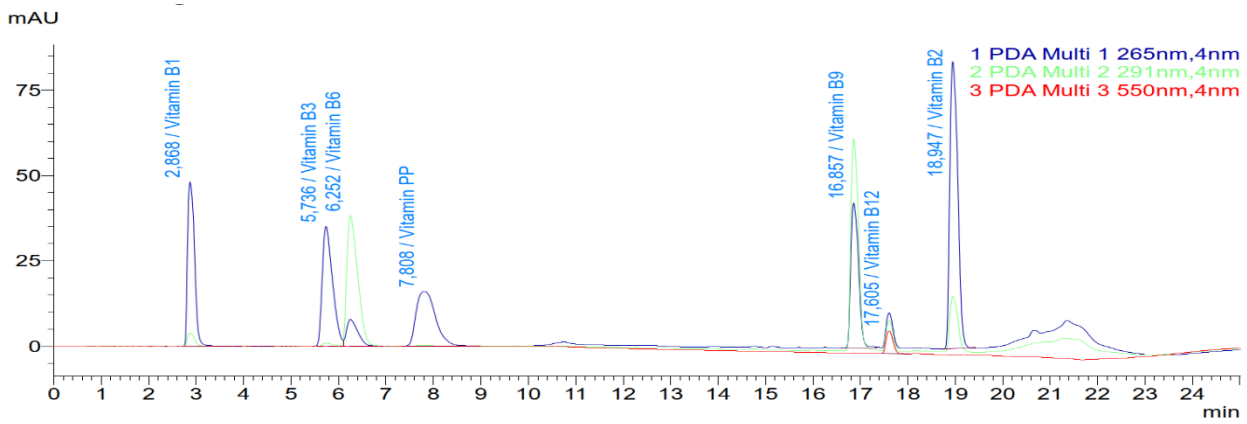
Vitaminlarni aniqlashda harakatchan faza gradiyent dasturi.

Vaqt, daqiqa	Atsetonitril (A), %	0,5 % li sirka kislota (B), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	Tugatish	

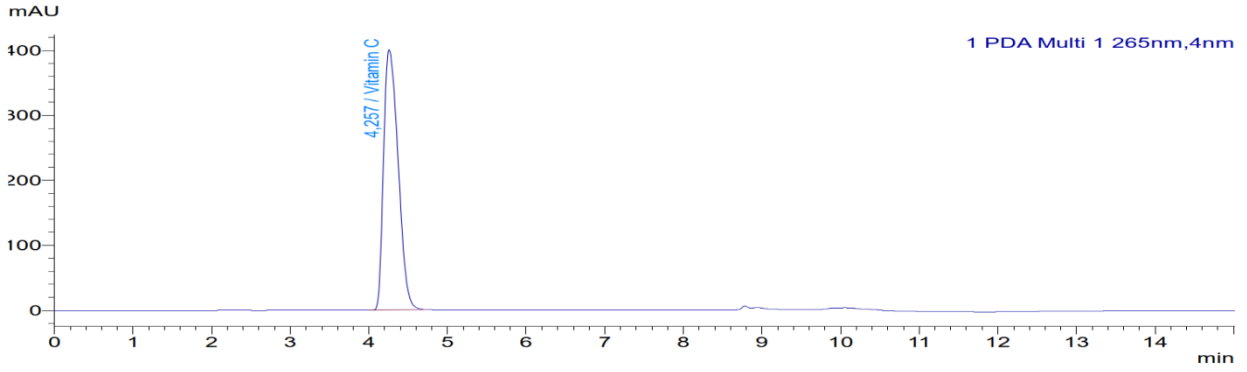
Vitamin C miqdorini aniqlashda harakatchan faza gradiyent dasturi.

Vaqt, daqiqa	Atsetonitril (A), %	0,5 % li sirka kislota (B), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100

15	Tugatish



Vitaminlar standart eritmasining xromatogrammasi.



Vitamin C standart eritmasining xromatogrammasi.

Olingan natijalar. Namuna ekstrakti tarkibidagi vitaminlarni aniqlash. Namuna ekstrakti xromatogrammasi (3-4 rasmlar) olindi hamda natijalar asosida 100 g namuna tarkibidagi vitaminlar miqdorlari quyidagi formula bilan hisoblanib 3-jadvallarda keltirildi.

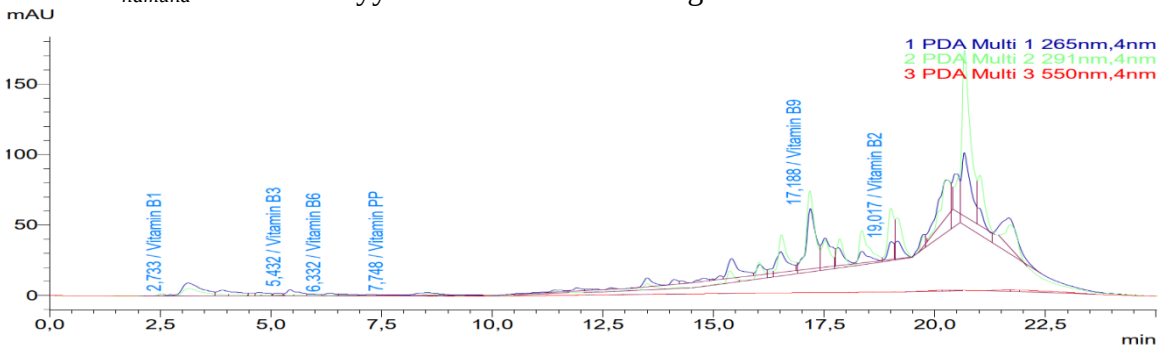
$$X = \frac{C_{vit} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{namuna}} \cdot 100\ g$$

Bu yerda, X – 100 gram namuna tarkibidagi vitaminlarning miqdori, mg;

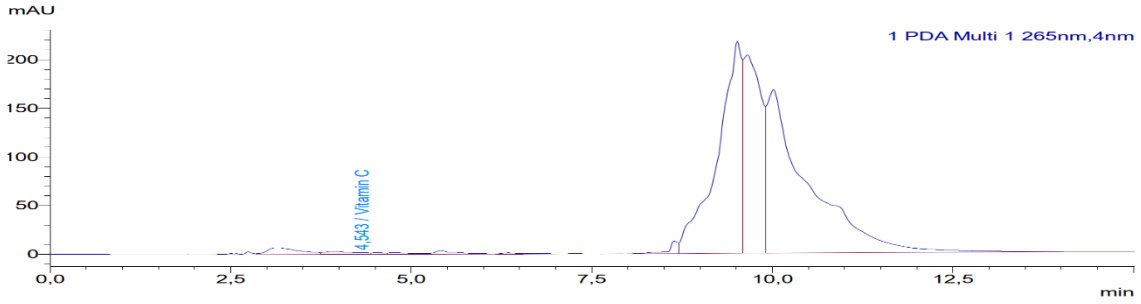
C_{vit} – ekstrakt tarkibidagi vitaminning YuSSX usuli bilan aniqlangan konsentratsiyasi, mg/l;

$V_{ekstrakt}$ – namuna ekstraktining hajmi, l;

m_{namuna} – ekstrakt tayyorlash uchun tortib olingan namuna massasi.



Namuna ekstrakti tarkibidagi vitaminlarni aniqlash xromatogrammasi.



Namuna ekstrakti tarkibidagi vitamin C ni aniqlash xromatogrammasi.

Ekstraktdagi vitaminlarning miqdori va ushlanish vaqtlari.

Vitamin	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya, mg/l	100 g namunadagi miqdor, 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}	Aniqlanmadi	0	0,000
Vitamin C	4,543	0,731	1,828

Natijalarni tahlil qilish va tibbiy ahamiyati. Tahlil natijalari terak va tol aralashmasi ekstraktida suvda eruvchi yetti xil vitamin mavjudligini ko‘rsatdi: B1, B2, B3, B6, B9, PP va C vitaminlari aniqlangan, B12 esa aniqlanmadi. Ularning orasida folat (B9) eng yuqori miqdorda (48,188 mg/100 g) qayd etilgan bo‘lib, bu natija o‘simlik aralashmasining gematopoetik va neyroprotektiv ahamiyatini isbotlaydi. Folat DNK sintezi, qizil qon tanachalari yetilishi va homiladorlik davrida embrion neyron naychasining shakllanishida bevosita rol o‘ynaydi.

B3 (niatsin, 6,64 mg/100 g) va B2 (riboflavin, 4,84 mg/100 g) vitaminlari mitoxondrial energiya almashinuvi, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari va lipid metabolizmini optimal darajada ushlab turishda muhim ahamiyatga ega. Ular suyak-mushak tizimi, yurak-qon tomir tizimi va asab faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi. B1 (tiamin) va B6 (piridoksin) esa neyron impulslarini uzatish, stress reaksiyalarini kamaytirish va mushaklarning funksional faoliyatini normallashtirishda ishtirok etadi.

Ekstraktdagi C vitamini (1,828 mg/100 g) antioksidant sistemani faollashtirib, erkin radikallarni neytrallashtiradi va immun himoyani kuchaytiradi. Bu vitamin kollagen sintezi, terining tiklanishi va yaralarning bitish jarayonlarida muhim biokimyoviy omil sifatida xizmat qiladi.

Jami natijalarni hisobga olganda, terek va toldan tayyorlangan ushbu aralashma asab va yurak-qon tomir tizimi faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, immunitetni mustah kamlash va antioksidant himoyani kuchaytirish uchun istiqbolli fitokompozitsiya sifatida qaralishi mumkin. Shuningdek, uni vitamin yetishmovchiligi kuzatiladigan bolalar, keksalar imunitet tanqisligi yoki metabolik buzilishga moyil shaxslar parhezi tarkibiga kiritish tavsiya etiladi.

Xulosa. Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usuli yordamida terak (Populus spp.) va tol (Salix spp.) aralashmasining suvda eruvchi vitaminlar tarkibi ilk bor tizimli va kompleks tarzda tahlil qilindi. O‘tkazilgan tahlillar natijasida ekstrakt tarkibida B1, B2, B3, B6, B9, PP hamda C vitaminlari mavjudligi aniqlandi, shu bilan birga B12 vitamini aniqlanmadi.

Aniqlangan vitaminlar majmuasi biologik jihatdan faol komponentlar sifatida organizmning turli fiziologik tizimlarida muhim funksiyalarni bajaradi. B1 vitamini (tiamin) yurak mushaklari va nerv tolalarining faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi, nerv impulslarini uzatishda koenzim sifatida ishtirok etadi hamda energetik almashinuv jarayonlarini faollashtiradi. B2 (riboflavin) va B3 (niatsin) vitaminlari

oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida asosiy fermentlar tarkibiga kirib, metabolik energiya hosil bo‘lishida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. B6 vitamini (piridoksin) aminokislotalarning transaminatsiyasi va gormonlar muvozanatini saqlashda muhim ahamiyatga ega. B9 vitamini (folat) esa DNK sintezi, eritropoez jarayoni hamda embrionning neyron naychasi shakllanishida ishtirok etadi, shu sababli u homiladorlik davrida ayniqsa zarur mikronutrient hisoblanadi. PP vitamini (nikotinamid) hujayralardagi oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini boshqaruvchi NAD/NADP kofermentlarining tarkibiy qismi bo‘lib, modda almashinuvi barqarorligini ta’minlaydi. C vitamini (askorbin kislota) esa kuchli antioksidant sifatida erkin radikallarni neytrallaydi, immunitetni mustahkamlay di, kollagen sintezini rag‘batlantiradi va yallig‘lanishga qarshi himoya funksiyasini kuchaytiradi.

Olingan natijalar ushbu o‘simlik aralashmasining vitaminlar majmuasi bilan bir qatorda antioksidant va immunomodulyator xususiyatlarga ega bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Shu boisdan, terak va tol ekstraktidan tayyorlangan oziq-ovqat qo’shilmalari nafaqat umu miy sog‘lomlashtiruvchi vosita, balki funksional oziq-ovqat mahsuloti yoki farmatsevtik qo‘shimcha sifatida ham qo‘llanilishi maqsadga muvofiq dir. Kelgusida olib boriladigan klinik va toksikologik tadqiqotlar ushbu aralashmaning nutrasevtik va fitoterapevtik mahsulot sifatidagi amaliy samaradorligini ilmiy asoslash hamda uni farmatsevtika sohasida keng qo‘llash imkonini beradi.

Adabiyotlar

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.

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.

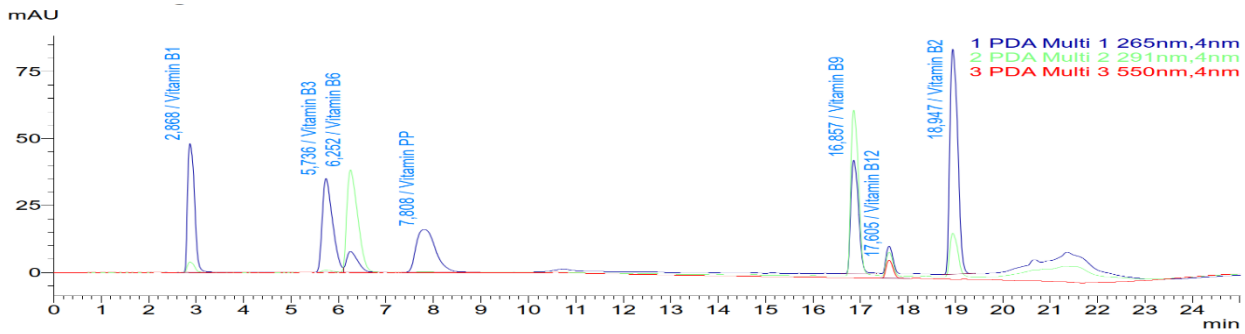
Определение витаминов. Стандартные растворы и экстракт образца анализировали на ВЭЖХ-системе LC-40 Nexera Lite, включающей насос LC-40D, автосамплер SIL-40 и фотодиодный детектор SPD-M40 (PDA), управляемой программным обеспечением LabSolutions версии 6.92. Применялась обращённо-фазная колонка Shim-pack 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.

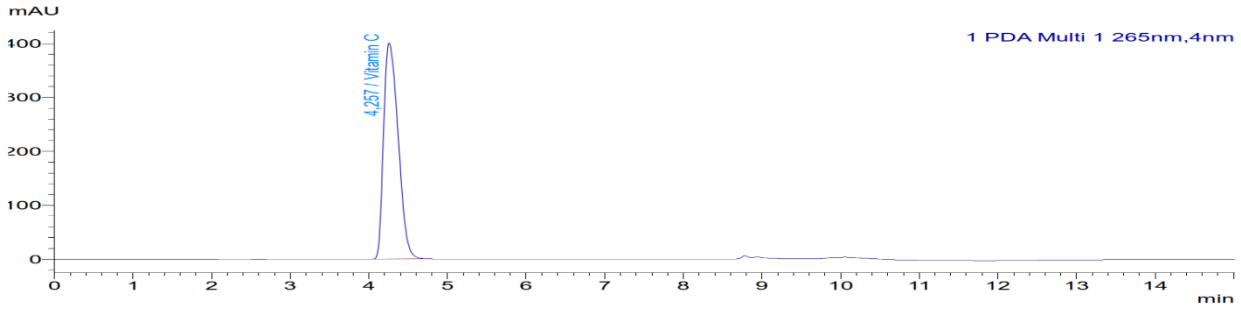
Время, мин	Acetonitrile (A), %	0,5%-ная уксусная кислота (B), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	Завершение	

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.

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

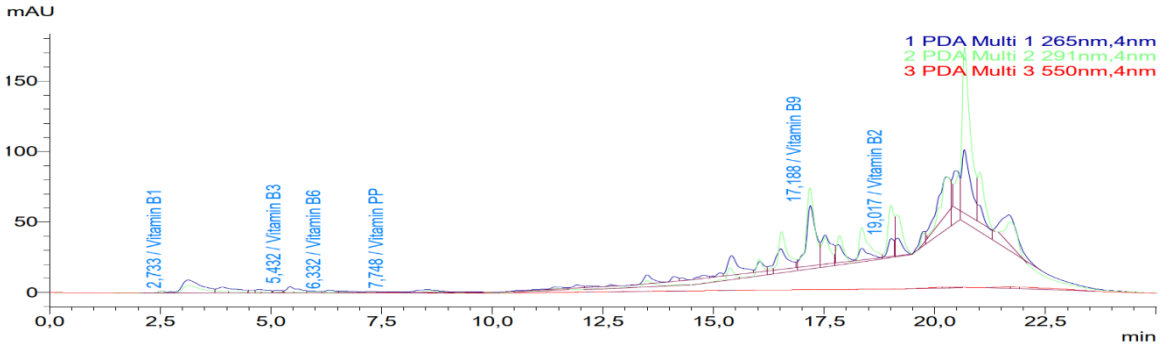
Здесь:

X-содержание витамина в 100 г образца, мг;

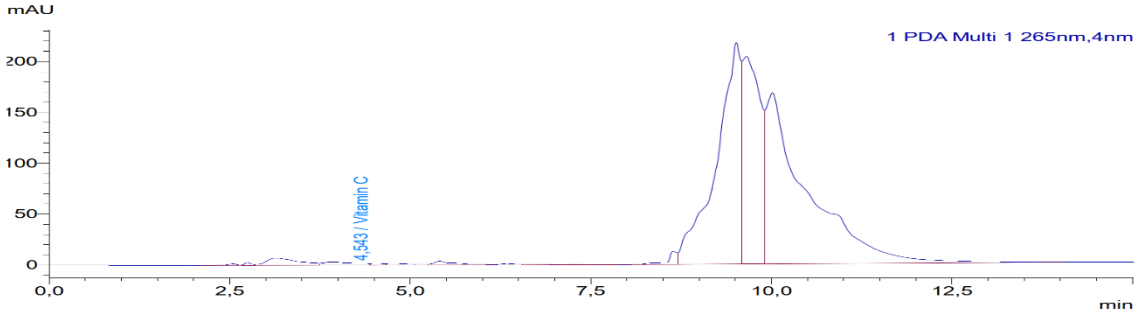
Cvit-концентрация витамина, определённая методом ВЭЖХ (высокоэф фективной жидкостной хроматографии), мг/л;

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.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

DETERMINATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN EXTRACT OF POPLAR AND WILLOW MIXTURE USING AND EVALUATION OF THEIR HEALTH BENEFITS

A'zamjon X. Turdiboyev
Fergana State University, Basic Doctoral Student
https://orcid.org/0009-0003-6724-1014
E-mail: turdiboyevazamjon@gmail.com

Mukammal Y. Imomova
Fergana State University, PhD in Chemistry, Associate Professor
https://orcid.org/0009-0001-6784-1424

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

Keywords: HPLC, water-soluble vitamins, poplar, willow, extraction, B-complex vitamins, vitamin C

Annotation

In this study, the content of water-soluble vitamins in a 1:1 mixture of poplar (Populus spp.) and willow (*Salix spp.*) plants was determined using the HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) method. The results revealed the presence of vitamins C, B_1, B_2, B_3, B_6, B_9, and PP, while vitamin B_{12} was not detected. The obtained data indicate that this mixture may serve as a valuable source of biologically active micronutrients with significant scientific and practical importance for supporting human health.

How to Cite

Turdiboyev, A. X., & Imomova, M. Y. DETERMINATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN A POPLAR AND WILLOW MIXTURE. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(3). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss3.2026.554

Introduction. Vitamins are among the most essential micronutrients in the human body. They play a direct role in cellular metabolism, energy exchange, enzymatic reactions, and tissue regeneration processes. In particular, water-soluble vitamins- B-group vitamins and vitamin C- are not stored in the body, which makes their regular intake through food or biologically active supplements essential. A deficiency of these substances can lead to central nervous system disorders, circulatory problems, decreased immunity, and the development of diseases associated with oxidative stress.

In recent years, phytotherapeutic research aimed at strengthening human health through natural sources has been widely conducted. Special scientific attention has been given to plant extracts that are ecologically clean and rich in phenolic and flavonoid compounds, which can serve as natural sources of vitamins. Among these plants, poplar (Populus spp.) and willow (Salix spp.) have long been used in folk medicine as anti-inflammatory, antipyretic, and analgesic agents. Their composition includes tannins, organic acids, salicylates, flavonoids, and other biologically active compounds; however, their content of water-soluble vitamins has not been sufficiently studied.

The scientific novelty of this study lies in the fact that, for the first time, the water-soluble vitamins of a 1:1 mixture of poplar and willow were comprehensively analyzed using HPLC (High-Performance Liquid Chromatography). The aim of the research is to determine the vitamin composition of this mixture, evaluate the quantitative ratios of the vitamins, and substantiate their biological importance for human health.

This approach not only identifies the micronutrient potential of plant raw materials but also expands their possible applications in the pharmaceutical and nutraceutical industries as dietary supplements or components of functional foods.

Experimental Part. Reagents and Equipment. Vitamin B12 (Rhydburg Pharmaceuticals, Germany), vitamin C (Carl Roth GmbH, Germany), vitamin B9 (DSM Nutritional Products GmbX, Germany), and vitamins B1, B2, B3, B6, and PP (BLDPharm, China) were utilized in the study. HPLC-grade reagents-water, acetonitrile, glacial acetic acid, and sodium hydroxide of high chemical purity- were employed. The quantification of water-soluble vitamins in plant material was performed using an LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatograph (Shimadzu, Japan) [1].

Preparation of Standard Solutions. Standard solutions of vitamins 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), and PP (CAS 98-92-0) at 100 mg/L were prepared by dissolving 5 mg of each vitamin in 50 mL of 0.1 N HCl. For vitamins B2 (CAS 83-88-5) and B9 (CAS 59-30-3), 0.025 % sodium hydroxide solution was used to dissolve 5 mg in 50 mL. Subsequently, 200 µL of each initial B1, B6, B3, B12, and PP vitamin solution were mixed to obtain a combined standard with a concentration of 14.286 mg/L for each vitamin. Dilutions were then prepared to obtain 7.143, 3.571, and 1.786 mg/L solutions. Vitamin C standards were prepared at 286, 143, 71.5, and 57.2 mg/L. Distilled water was used as the 0 mg/L point in the calibration curve.

Preparation of the Sample Extract. For extraction of water-soluble vitamins, 1 g of the sample was weighed into a 50 mL conical flask and 25 mL of 0.1 N HCl was added. The mixture was subjected to ultrasonic extraction at 60 °C for 20 minutes using a GT SONIC-D3 ultrasound bath (China). After cooling, the mixture was filtered and brought to 25 mL with water in a volumetric flask. A 1.5 mL aliquot of the extract was filtered through a 0.22 µm syringe filter, transferred into a vial, and used for chromatographic analysis.

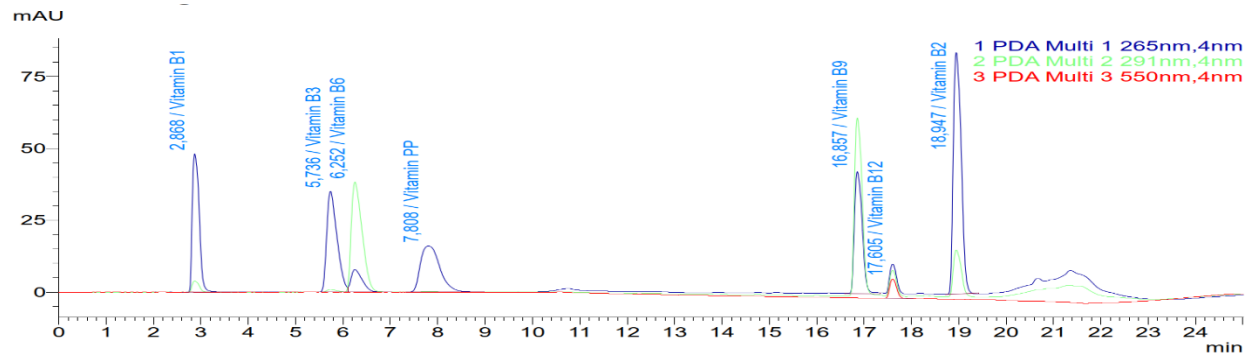
Chromatographic Conditions. Vitamin Determination. Standard solutions and the sample extract were analyzed on an LC-40 Nexera Lite HPLC system equipped with an LC-40D pump, SIL-40 autosampler, and SPD-M40 photodiode array detector (PDA), controlled by LabSolutions software version 6.92. A reversed-phase Shim-pack GIST C18 column (150 × 4.6 mm; 5 µm, Shimadzu, Japan) was used. The mobile phase consisted of acetonitrile (A) and 0.25 % aqueous acetic acid (B) in a gradient mode (Table 1). Injection volume was 10 µL, flow rate 0.6 mL/min, and column temperature 40 °C. Analytical signals were detected at 265, 291, and 550 nm (Figures 1-3). Vitamin C was determined using a 15-minute gradient (Table 2), with detection at 265 nm.

Gradient Program of the Mobile Phase for Vitamin Determination.

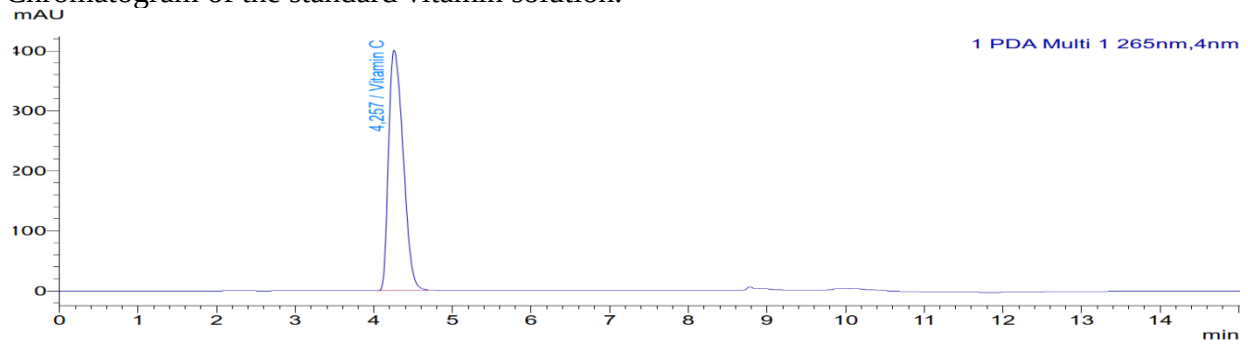
Время, мин	Acetonitrile (A), %	0.5% acetic acid (B), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	Завершение	

Vitamin C miqdorini aniqlashda harakatchan faza gradiyent dasturi.

Время, мин	Acetonitrile (A), %	0.5% acetic acid (B), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100
15	Завершение	



Chromatogram of the standard vitamin solution.



Chromatogram of the standard vitamin C solution.

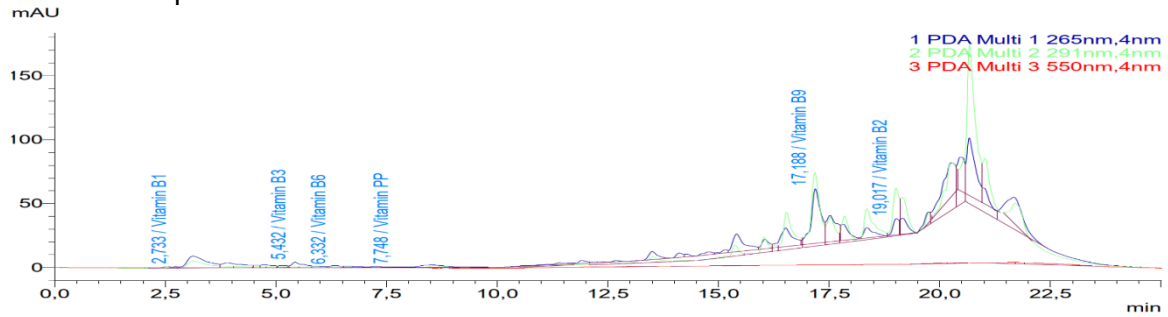
Results Obtained.

Determination of Vitamins in the Sample Extract. Chromatograms of the sample extract were obtained (Figures 3–4), and based on the results, the concentrations of vitamins in 100 g of the sample were calculated using the following formula. The calculated values are presented in Table 3.

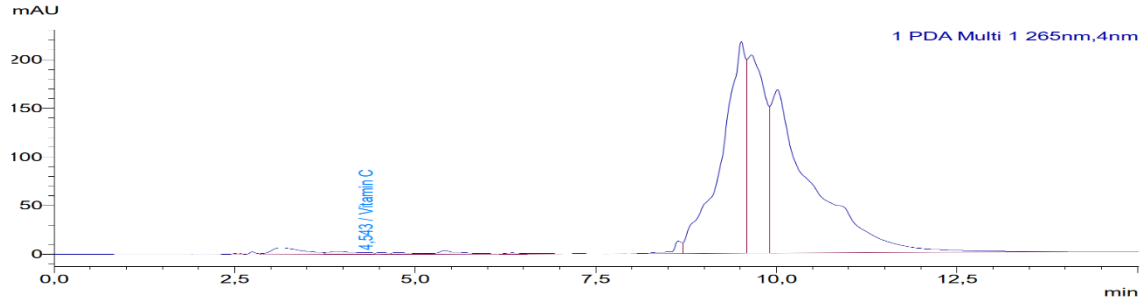
$$X = \frac{C_{vit} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{namuna}} \cdot 100\ g$$

Results Obtained.

Determination of Vitamins in the Sample Extract.
Chromatograms of the sample extract were obtained (Figures 3–4), and based on the results, the concentrations of vitamins in 100 g of the sample were calculated using the following formula. The calculated values are presented in Table 3.



Chromatogram of vitamin determination in the sample extract.



Chromatogram of vitamin C determination in the sample extract.

Vitamin contents and their retention times in the extract.

Vitamin	Retention time, s	Concentration, mg/L	Content in 100 g of 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}	Not detected.	0	0,000
Vitamin C	4,543	0,731	1,828

Analysis of Results and Medical Significance. The analytical results demonstrated that the extract of the poplar–willow mixture contains seven water-soluble vitamins: B_1, B_2, B_3, B_6, B_9, PP, and C, while vitamin B_{12} was not detected. Among these, folate (B_9) showed the highest concentration (48.188 mg/100 g), indicating the hematopoietic and neuroprotective significance of the plant mixture. Folate plays a key role in DNA synthesis, red blood cell maturation, and neural tube formation during embryonic development.

Vitamins B_3 (niacin, 6.64 mg/100 g) and B_2 (riboflavin, 4.84 mg/100 g) are essential for maintaining optimal mitochondrial energy metabolism, redox balance, and lipid metabolism. They support the proper functioning of the musculoskeletal, cardiovascular, and nervous systems. Thiamine (B_1) and pyridoxine (B_6) are involved in neural impulse transmission, stress regulation, and normalization of muscle function.

Vitamin C (1.828 mg/100 g) activates the antioxidant defense system, neutralizes free radicals, and enhances immune protection. It is also a key biochemical factor in collagen synthesis, skin regeneration, and wound healing.

Considering the totality of results, the mixture of poplar and willow can be regarded as a promising phytocomposition that supports nervous and cardiovascular system function, strengthens immunity, and enhances antioxidant protection. It is recommended for inclusion in the diet of children, the elderly, and individuals with immune deficiencies or metabolic disorders.

Conclusion. Using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), the water-soluble vitamin composition of a mixture of poplar (Populus spp.) and willow (Salix spp.) was systematically and comprehensively analyzed for the first time. The extract was found to contain vitamins B_1, B_2, B_3, B_6, B_9, PP, and C, while vitamin B_{12} was not detected.

The identified vitamin complex performs vital biological functions across different physiological systems. Vitamin B_1 (thiamine) supports cardiac and neural function, acting as a coenzyme in energy metabolism. Vitamins B_2 (riboflavin) and B_3 (niacin) are integral to redox enzyme systems that generate metabolic energy. Vitamin B_6 (pyridoxine) regulates amino acid transamination and hormonal balance. Folate (B_9) contributes to DNA synthesis, erythropoiesis, and neural tube development, making it particularly important during pregnancy. Vitamin PP (nicotinamide) is a structural component of NAD/NADP coenzymes, which control cellular redox reactions and maintain metabolic stability. Vitamin C (ascorbic

acid) serves as a potent antioxidant, enhances immunity, stimulates collagen synthesis, and reinforces anti-inflammatory defense.

The findings suggest that this plant mixture, in addition to its vitamin content, possesses antioxidant and immunomodulatory properties. Therefore, the poplar willow extract can be considered not only a general health-promoting agent but also a potential functional food ingredient or pharmaceutical supplement. Future clinical and toxicological studies will allow scientific validation of its nutraceutical and phytotherapeutic effectiveness and expand its applications in the pharmaceutical field.

References

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. – T. 226. – №. 1. – C. 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. – T. 61. №. 2. – C. 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. – T. 9. – №. 6. – C. 497-511.