Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Chemistry of Goods

BIOMAXSULOT TARKIBIDAGI SUVDA ERUVCHAN VITAMINLARNI TADQIQ QILISH NATIJALARI MUXOKAMASI

Ibrohim Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston TABOBAT Akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Asilbek Baxtiyorbekovich Yo‘lchiyev
Andijon davlat universiteti, Oziq-ovqat va kimyoviy texnologiya kafedrasi dotsenti, texnika fanlari doktori, dotsent
https://orcid.org/0000-0003-0873-102X

Kamronbek Shuxratbek o‘g‘li Djamolov
Andijon davlat universiteti, Oziq-ovqat va kimyoviy texnologiya kafedrasi katta o‘qituvchisi
https://orcid.org/0009-0001-4622-0901
E-mail: djamolovkamron91@mail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Annotatsiya: Ushbu maqolada tarkibida past gossipol ko‘rsatkichiga ega bo‘lgan paxta shrotini biomahsulot asosida tayyorlab unda chorvachilik va parrandachilik uchun yuqori ozuqaviy qiymatga ega bo‘lgan granula olish texnologiyasini joriy etish. hamda tahlillar natijasini qayta tahlil qilish. Tadqiqotlarimiz mobaynida 4-turdagi namunalar laboratoriya tahlillardan o‘tkazilib, ularning natijalari

Kalit so‘zlar: paxta shroti, biomahsulot, vitaminlar, xromatografiya.

Havola uchun

Asqarov, I. R., Yo‘lchiyev , A. B., & Djamolov , K. S. o‘g‘li. BIOMAXSULOT TARKIBIDAGI SUVDA ERUVCHAN VITAMINLARNI TADQIQ QILISH NATIJALARI MUXOKAMASI. *Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali*, *5*(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Har qanday mahsulotlar oziq-ovqat yoki nooziq-ovqat, ya’ni hayvon ozuqasi bo‘lishidan qat’iy nazar tarkibida makro, mikroelementlarni vitaminlar, oqsil miqdorlari muhim ahamiyatga egadir [1]. Iste’mol qilinadigan mahsulotlar tarkibida makro va mikro elementlarning yetishmasligi turli kasalliklarni va o‘zgarishlarni kelib chiqishiga zamin yaratadi. Respublika ilmiy–amaliy tibbiy endokrinologik markaz ma’lumotlariga ko‘ra, O‘zbekiston aholisining 40,2% da yod tanqisligi uchraydi. Bu borada aynan yod yetishmovchiligi muammosini davlat darajasida o‘z yechimini topishi zarur bo‘lgan muammolar qatorida ekanligi 2007 yil 3-maydagi “Yod yetishmovchiligi kasalliklari profilaktikasi to‘g‘risida”gi O‘RQ – 907 – sonli qonuni qabul qilinishi ham bir isbotdir [2].

Organizmda makro, mikroelementlarni va vitaminlarni yetishmovchiligi kunlik ratsiondagi iste’mol qilinadigan oziq -ovqat va hayvonlarni ozuqasi orqali qondiriladi. Hayvonlar organizmining fiziologik extiyojidan kelib chiqib, kundalik ozuqa ratsionida 1kg quruq massaga nisbatan 3-12 mg Cu; 20-60 mg Zn; 25-60 mg Mg, 0,06 – 1,2 mg J_2; 0,3 – 1,0 mg Co va 0,5 mg Se elementlarini bo‘lishi zarurligi tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan izlanishlar natijasida tavsiya qilingan [3; 44-45-b].

Shuningdek hayvonlar ozuqasidagi elementlarning yetishmasligi bepushtlik, sutning biokimyoviy tarkibini o‘zgarishi, agressivlik, rivojlanishdan ortda qolish, gormonlar sintezini buzilishiga, ayrim fermentlarning faolligini ortishiga, buning natijasida xayvon jigarining funksional holatini yomonlashishiga, urg‘ochi hayvonlarning jinsiy siklining noto‘liq bo‘lishi, bola tashlash kabi salbiy oqibatlarni keltirib chiqarishi bir qator tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan [4,5,6].

Ozuqa ratsioni tarkibida makro va mikro elementlarning muhimligi bilan birga vitaminlar ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Vitaminlar – tirik organizmda boradigan biologik jarayonlarni tartibga soluvchi va katalizatorlik vazifasini bajaruvchi, turli kimyoviy tabiatli, quyi molekulyar organik birikmalardir [1]. Ozuqa ratsioni tarkibida vitaminlarning yetishmasligi avitaminoz kasalligini kelib chiqishiga kasalliklarga chalinuvchanlikka, tishlarni to‘kilishiga, junlarni to‘kilishi kabi bir qator belgilar bilan namoyon bo‘ladi.

Hayvonlarning mahsuldorligi qancha yuqori bo‘lsa, ularning vitaminlarga bo‘lgan talabi ham shuncha ortadi. Shuning uchun aksariyat hollarda, yuqori mahsuldorli hayvonlarda vitaminlarni qisman yetishmasligi ya’ni gipovitaminoz xolatlari kuzatiladi. Mahsuldorli, xayvonlarni boqishda gipovitaminoz davrini uzoq vaqt davomida kuzatilishi avitaminoz kasalligini keltirib chiqaradi. Shu bilan birga, hayvonlarning kunlik ratsionidagi ozuqa tarkibida vitaminlar miqdorini meyordan ortib ketishi gipervitaminoz kasalligiga olib keladi. Xayvon organizmida birgina D vitamini yetishmasligi surunkali kasallik bo‘lib, parrandachilikda jo‘jalarning yopiq binolarda boqilishi, quyosh nurining kam tushishi kabi omillar D vitaminining yetarlicha o‘zlashtirilmasligiga sabab bo‘ladi. Kalsiy–fosfor almashinuvining buzilishiga va suyak to‘qimasi o‘sishining yomonlashishiga olib keladi. Bu kasallik asosan 3–5 oylik yoshdagi jo‘jalarda ko‘p kuzatiladi [8].

Bu kassallik bilan kasallangan jo‘jalarda dastlab holsizlanish, patlarning hurpayishi, qanot patlarining tushishi, ishtahaning pasayishi va o‘zgarishi kuzatiladi. Ba’zan jig‘ildon shishadi, muskulli oshqozon atoniyasi, ich ketishi qayd etiladi. Keyingi bosqichlarda oyoqlarning zaiflashuvi, cho‘loqlanish, o‘tirib qolish, harakat muvozanatining buzilishi kuzatilib, jo‘jalarda ko‘pincha yotadi, o‘rnidan qiyinchilik bilan turish xolatlarida namoyon bo‘ladi.[9]

Hayvonlar iste’mol qiladigan tabiiy ozuqalarning (ayniqsa ko‘k o‘tlarning) tarkibida vitaminlar ko‘p bo‘ladi. Bundan tashqari hayvonlar organizmida S vitaminining to‘qimalarda sintez bo‘lishini, kavsh qaytaruvchi hayvonlarning oshqozonidagi mikrofloralar tomonidan V gurux vitaminlarning va filloxionning sintezlanishini hisobga olsak, hayvonlarning vitaminlarga bo‘lgan talabi to‘la qondirilayotgandek xulosa paydo qiladi. Lekin shunga qaramasdan, hayvonlarning vitaminlar bilan ta’minlanishini vaqti-vaqti bilan nazorat qilib, xayvonlardagi o‘zgarishlarni kuzatib, qayd qilib borish maqsadga muvofiq [10].

Indoneziyalik S.Sadarman va boshqalar tomonidan broyler tovuqlar ozuqasi tarkibiga sink (Zn) elementini birikma xolida ratsion tarkibiga qo‘shish orqali ulardagi modda almashinuvini yaxshilanishiga va qolaversa oqsil uglevod va yog‘lar almashinuvida faol qatnashishini o‘rganishdi. [11].

J.Lisman, S.Sadarman, A.Efendi va boshqalar (Phaleria macrocarpa) o‘simligining broyler jo‘jalarning rivojlanishiga ijobiy ta’sir etishini o‘rganibgina qolmay, balki ulardagi ayrim xususiyatlarni antioksidantlik, tashqi ta’sirga chidamlilik va boshqa bir qator ko‘rsatkichlarga ta’sirini o‘rgandilar [12].

Eid Y, Ebeid, T, Younis, H. lar tomonidan E vitamini ularning ozuqa retseptiga qo‘shib berilganda, ulardagi stress holatini kamayishini aniqladilar [13].

Vitaminlarni keng qo‘llaniladigan klassifikatsiyasi bo‘yicha ularni suvda va yog‘da eruvchan guruxlarga ajratish mumkin. Quyidagi jadvalda vitaminlarning eruvchanligi bo‘yicha sinflanishi keltirilgan

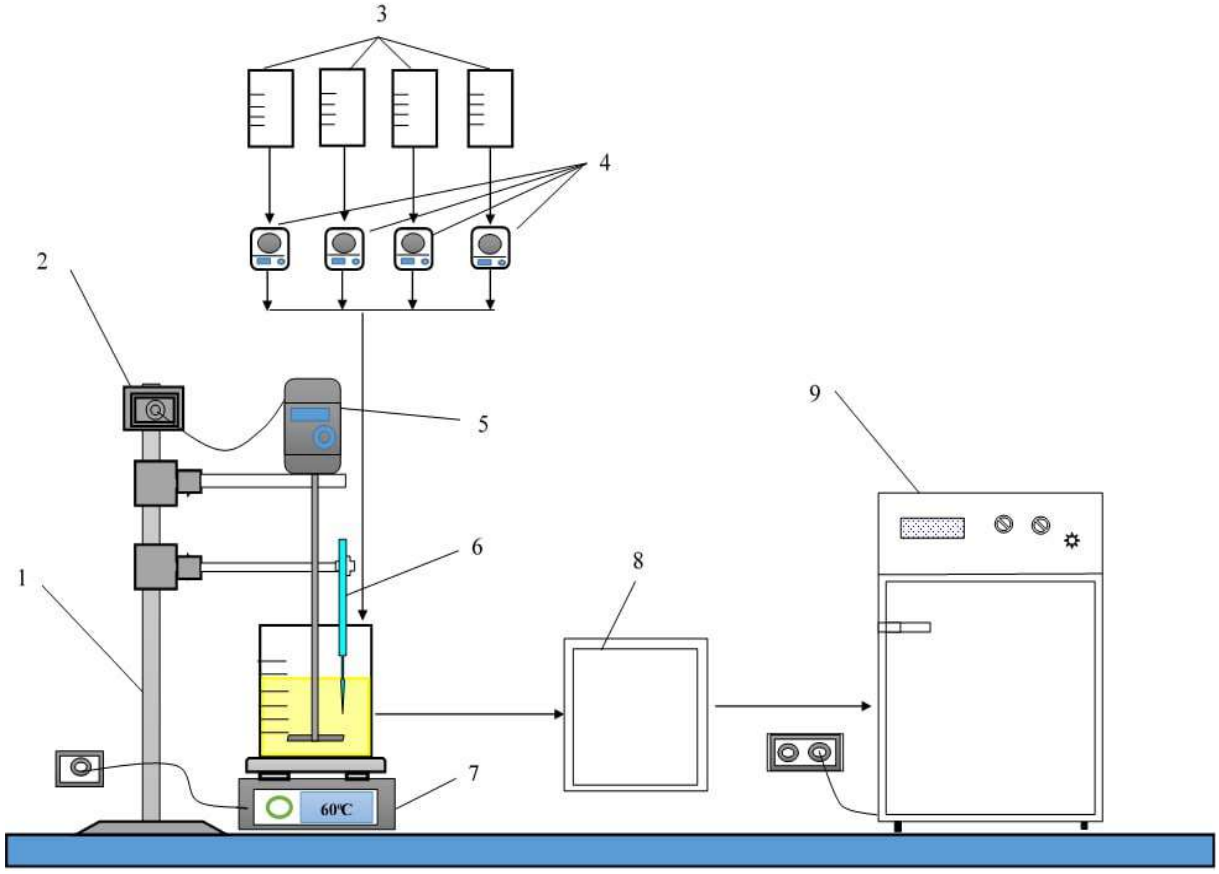
1-jadval. Vitaminlar klassifikatsiyasi

№	Suvda eruvchan vitaminlar	Yog‘da eruvchan vitaminlar
1	Vitamin B_1 (tiamin)	Vitamin A (retinol)
2	B_2 (riboflavin)	Karotin (provitamin A)
3	B_3 (pantotenat kislotasi)	Vitamin D_1 (kalsiferol
4	B_4 (xolin)	D_2
5	B_5 yoki PP (nikotinamid)	D_3

6	B_6 (pirodoksin)	Vitamin E (α, β,γ - tokoferollar)
7	B_{12} (siankobalamin)	Vitamin K_1 (filloxinon)
8	Vitamin B_C (folat kislota)	
9	Vitamin H (biotin)	

Yuqoridagi jadvalda vitaminlarning eruvchanligi bo‘yicha sinflanishi keltirilgan bo‘lib, bu vitaminlar omixta yem retsepturasi tarkibida ma’lum miqdorda bo‘lishi mahsuldorli hayvonlarning turli kasalliklarga chalinmasligiga va unumdorligini yaxshilashligiga sabab bo‘ladi.

Biz tomonimizdan olib borilgan tadqiqotlarda paxta shroti tarkibidagi toksik modda gossipol miqdorini kamaytirish va oqsil miqdorini oshirish, shrot tarkibidagi uglevodlarning xazm bo‘lish xususiyatini yaxshilash maqsadida, paxta shrotiga biotexnologik usulda ishlov berildi. Quyida paxta shrotidan biomaxsulot olishning laboratoriya qurilmasi keltirilgan.



1-rasm. Biomahsulot olish uchun laboratoriya qurilmasi

1-shtativ, 2-aralashtirgich, 3-namunalar uchun sig‘im, 4-namunalar uchun elektron tarozi, 5-aralashtirgich, 6-termometr, 7-magnitli aralashtirgich, 8- xom ashyo uchun list, 9-quritgich

Yuqoridagi laboratoriya qurilmasi keltirilgan bo‘lib, bunda tosterlangan paxta shroti yordamida biotexnologik ishlov berish orqali biomaxsulot olishda dastlab, (1000gr paxta shroti, 300-400ml atrofida suv, 3-4 gr mikroorganizm hamda 100-150gr uglevod) namuna uchun sig‘im (3) orqali tarozi (4) da tortib olinib, sig‘imi 2000ml stakanga solib magnitli aralashtirgich (7) ga joylashtirildi va mikroorganizmlarning optimal faoliyat olib borishlari uchun harorat 30-35^{0}C gacha qizdirildi. Hosil bo‘lgan biomahsulot tarkibida 60-65% namlikni granulalash uchun zarur bo‘lgan 16-18% namlikka keltirish uchun biomaxsulotni quritish shkafida 50-60^{0}C da 30 minut davomida quritiladi. Quritgichdan chiqqan biomaxsulotdan granulalash uchun kerak bo‘lgan massa tortib olindi.

Metodika

Foydalanigan reaktiv va jihozlar. Vitamin B_{12} “Rhydburg Pharmaceuticals” (Germaniya), C vitamin “Carl Roth GmbH” (Germaniya), B_9 “DSM Nutritional Products GmbX” dan (Germaniya), B_1, B_2, B_3, B_6, PP vitaminlar “BLDPharm” (Xitoy) olingan. HPLC darajadagi tozalikda suv, asetonitril, kimyoviy toza markadagi sirka kislota va natriy gidroksidi reaktivlaridan foydalanildi.

O’simlik tarkibidagi suvda eruvchan vitaminlar miqdorini Yaponiyaning Shimadzu kompaniyasida ishlab chiqarilgan LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografida amalga oshirildi [1].

Standart eritmalarni tayyorlash. C (CAS 50-81-7), B_1 (CAS 59-43-8), B_6 (CAS 58-56-0), B_3 (CAS 59-67-6), B_{12} (CAS 68–19–9) va PP (CAS 98-92-0) vitaminlarning eritmalari (100 mg/l) har bir vitaminning 5 mg dan miqdori 50 ml 0,1 N li HCl eritmasida eritib tayyorlanadi. B_2 (CAS 83-88-5) va B_9 (CAS 59-30-3) vitaminlarining standart eritmalari ushbu vitaminlarning 5 mg ni 50 ml 0,025% natriy gidroksid eritmasida eritib tayyorlandi. So‘ngra dastlabki B_1, B_6, B_3, B_{12}, PP vitaminlardan 200 mkl dan olib aralashtirildi va har bir vitaminning konsentratsiyasi 14.286 mg/l dan bo’lgan eritma tayyorlandi. Shu tariqa 7.143, 3.571, 1.786 mg/l dan standart eritmalar tayyorlandi. Vitamin C ning ham 286, 143, 71.5, 57.2 mg/l konsentratsiyali standart eritmalari tayyorlandi. Kalibrlovchi grafik tuzish uchun 0 mg/l konsentratsiya uchun toza suv ishlatildi.

Namuna ekstraktini tayyorlash. Suvda eruvchan vitaminlarni ekstraksiya qilish uchun tekshiriladigan namunadan 1 gr o’lchab olinib, 50 ml hajmli konussimon kolbaga solindi va 25 ml 0,1 N li HCl eritmasi qo’shildi. Aralashma GT SONIC-D3 (Xitoy) markali ultratovushli vannada 60 ºC haroratda 20 daqiqa davomida ekstraksiya qilindi. So’ngra aralashma sovitilib, filtrlandi hamda o’lchov kolbasida suv bilan 25 ml ga yetkazildi. Ekstraktdan 1,5 ml miqdori 0,22 mkm li shpritsli filtrda filtrlanib vialaga solindi hamda analiz uchun foydalanildi.

Xromatografik sharoitlar.

Vitaminlarni aniqlash. Standart eritmalar va namuna ekstrakti LC-40D nasosi, SIL-40 avtosampleri, SPD-M40 foto-diod matritsali detektoridan (PDA) iborat LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografi va LabSolutions ver. 6.92 dasturiy ta’minoti yordamida tahlil qilindi. Shim pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm, Shimadzu, Yaponiya) teskari fazali kolonkasi hamda asetonitril (A) va sirka kislotaning suvdagi 0,25 % li eritmasi (B) dan tashkil topgan gradientli harakatchan faza (1-jadval) qo'llanildi. In'ektsiya hajmi 10 mkl, oqim tezligi 0,6 ml/min va kolonka termostati harorati 40 °C etib belgilandi. Har bir vitaminning analitik signali (cho'qqi maydoni) uchta to'lqin uzunliklari 265, 291, 550 nm da qayd etildi (1-3 rasmlar). Vitamin C ni aniqlash uchun 15 daqiqali gradiyent ishlatildi (2-jadval) va analitik signal 265 nm to‘lqin uzunlikda o‘lchandi.

Natija va muxokamalar

1-jadval. 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	

2- jadval. 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

Olingan natijalar.

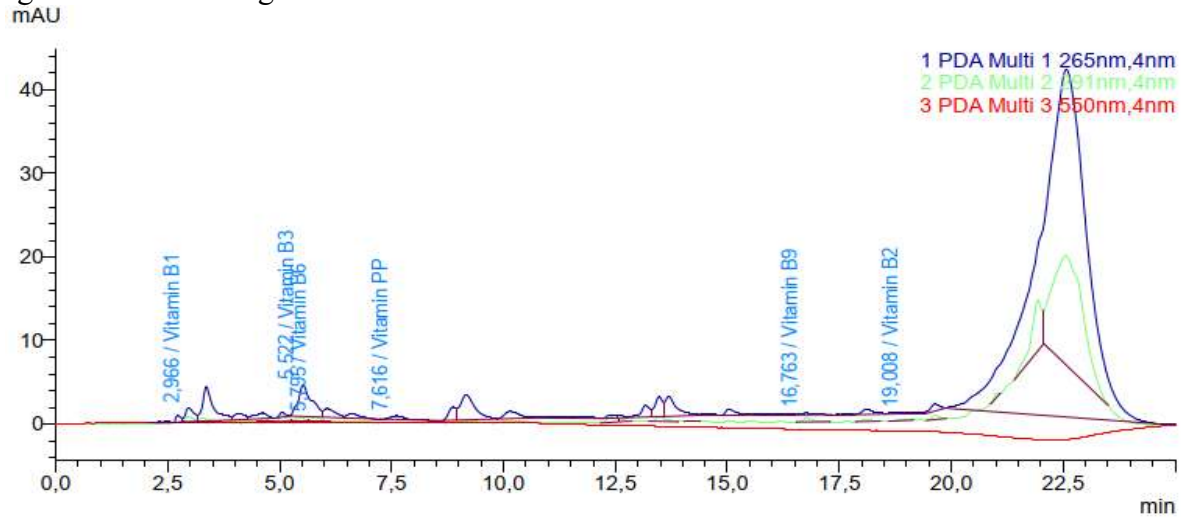
Namuna ekstrakti tarkibidagi vitaminlarni aniqlash. Namuna ekstrakti xromatogrammasi (3-6-rasmlar) olindi hamda natijalar asosida 100 g namuna tarkibidagi vitaminlar miqdorlari quyidagi formula bilan hisoblanib 3-4 jadvallarda keltirildi.

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

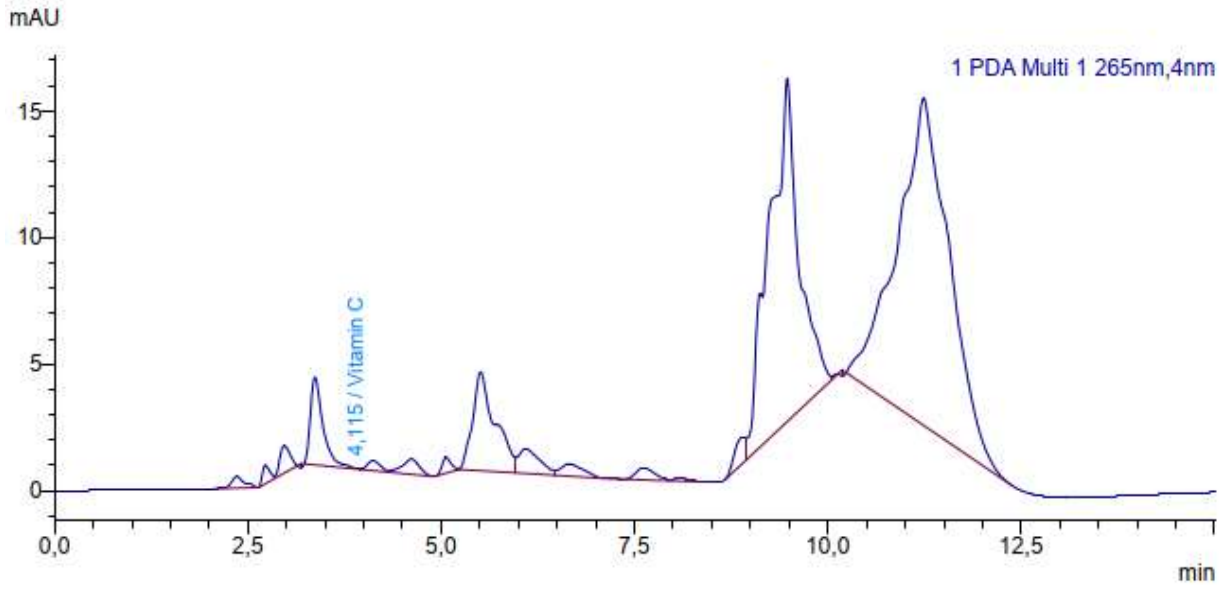
Bu yerda, X – 100 gram meva tarkibidagi vitaminlarning miqdori, mg;
C_{vit} – ekstrakt tarkibidagi vitaminning YuSSX usuli bilan aniqlangan konsentratsiyasi, mg/l;
$V_{ekstrakt}$ – namuna ekstraktining hajmi, l;
m_{namuna} – ekstrakt tayyorlash uchun tortib olingan namuna massasi.

Vitamin	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya, mg/l	100 g namunadagi miqdor, mg
Vitamin B_1	2,964	1,524	3,810
Vitamin B_3	5,786	2,442	6,105
Vitamin PP	7,658	0,135	0,338
Vitamin B_9	16,709	0,207	0,518
Vitamin B_2	18,826	0,318	0,795
Vitamin B_6	6,393	0,317	0,793
Vitamin B_{12}	Aniqlanmadi	0	0,000
Vitamin C	4,453	0,017	0,043

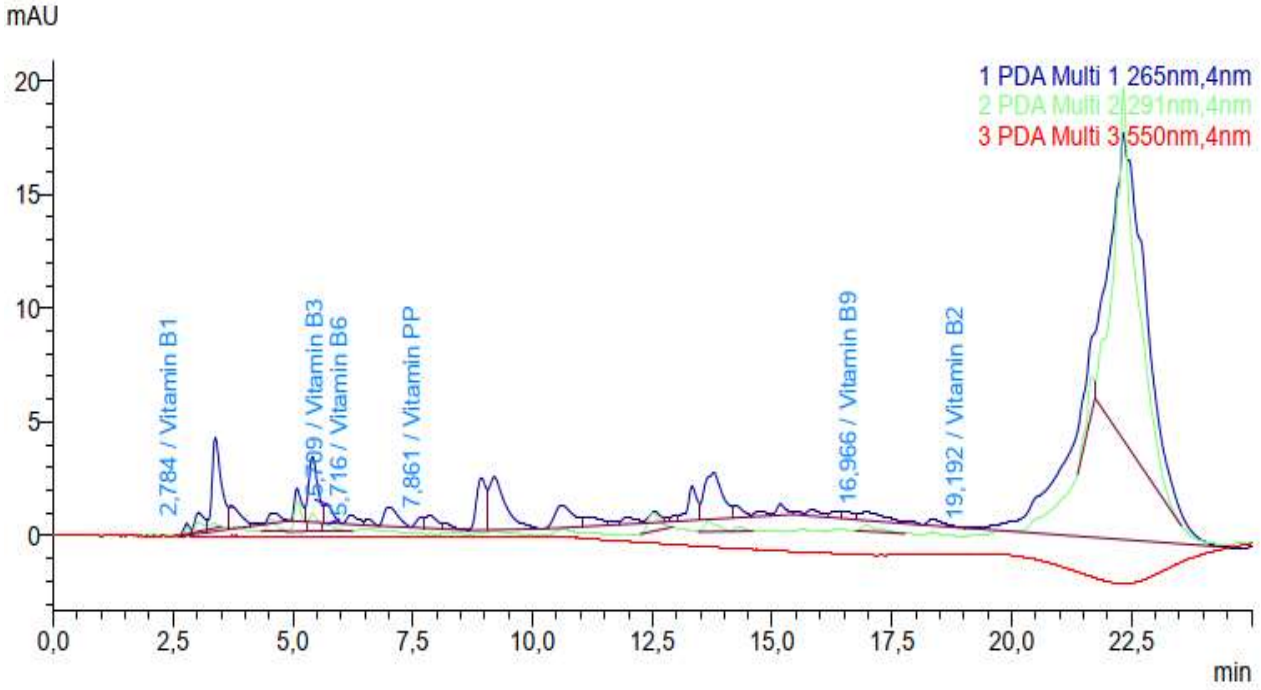
Tadqiqotlarimiz davomida olingan biomahsulot tarkibidagi suvda eruvchan B gurux va C vitaminlari YUSSX usulida aniqlandi. Quyidagi rasmlarda biomahsulot va biomahsulot suvi tarkibida vitaminlar xromatogrammalari keltirilgan.



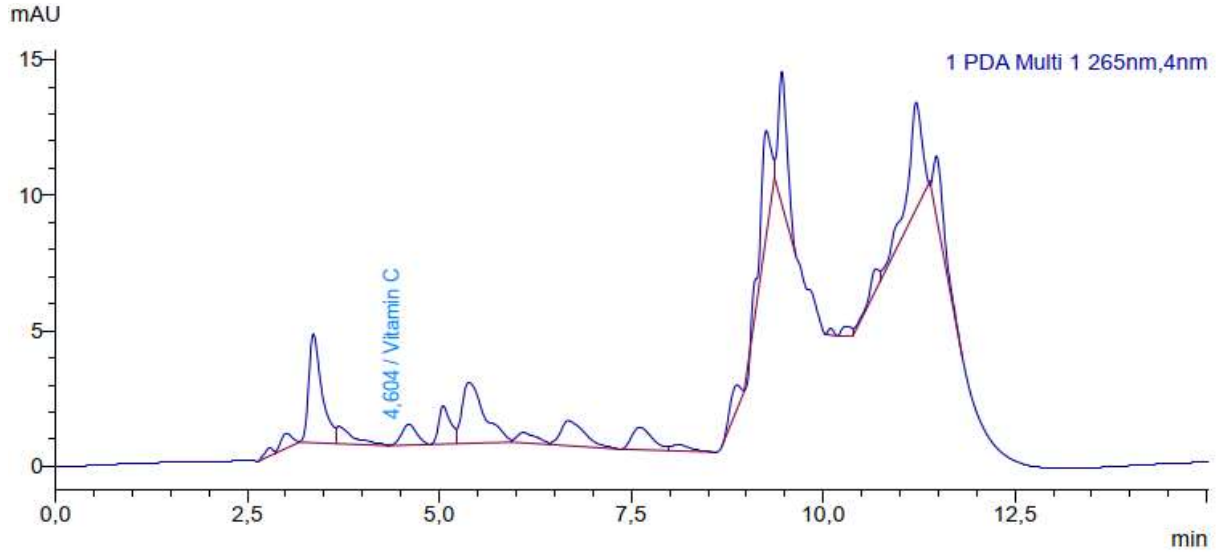
2-rasm. Biomahsulot tarkibidagi suvda eruvchan B-gurux vitaminlar xromatogrammasi.



3-rasm Biomahsulot tarkibidagi C vitamin xromatogrammasi



4-rasm Biomahsulot suvi tarkibidagi suvda eruvchan B – gurux vitaminlar xromatogrammasi



5-rasm Biomahsulot suvi tarkibidagi C – vitamin xromatogrammasi

Olib borilgan izlanishlar natijalarida biomahsulot va uning suvi tarkibidagi vitaminlar miqdori 100gr namuna miqdorida quyidagi jadval shakliga keltirildi.

2-jadval. Biomaxsulot va biomaxsulot suvi tarkibidagi vitaminlar miqdori

	Vitaminlar	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya mg /l	100 gr namunadagi miqdori, mg
Biomaxsulot				
1.	Vitamin B_1	2,966	0,737	1,843
2.	Vitamin B_3	5,522	2,108	5,270
3.	Vitamin PP	7,616	0,286	0,715
4.	Vitamin B_9	16,763	0,15	0,375
5.	Vitamin B_2	19,008	0,219	0,728
6.	Vitamin B_6	5,795	0,178	0,445
8.	Vitamin C	4,115	0,05	0,125
Biomaxsulot suvi (soki)				
1	Vitamin B_1	2,784	0,214	0,535
2	Vitamin B_3	5,709	0,227	0,568
3	Vitamin PP	7,861	0,311	0,778
4	Vitamin B_9	16,966	0,419	1,048
5	Vitamin B_2	19,192	0,284	0,710
6	Vitamin B_6	5,716	0,146	0,365
7	Vitamin C	4,604	0,213	0,533

***Izox**:* Namunalar tarkibida B_{12} miqdori aniqlanmadi.

Yuqoridagi jadvaldan ko‘rinib turibdiki, 100 gr namuna tarkibida B_1 B_3 PP B_9 B_2 B_6 C vitaminlarning miqdori mg da keltirilib o‘tildi.Ushbu vitaminlar biomaxsulot hamda biomaxsulot suvi tarkibida qayd etilgan bo‘lib ular o‘rtasidagi farq sezilarli darajada ekanligi ko‘rindi. YA’ni birgina vitamin V1 ni oladigan bo‘lsak, biomaxsulot tarkibida 1,843mg ni biomaxsulot suvi tarkibida esa ushbu ko‘rsatkich 0,535mg ni tashkil etganligini ko‘rishimiz mumkin. Vitamin B_9 оладиган бўлсак унинг биомахсулотдаги ko‘rsatkichi 0,375mg ni , biomaxsulot suvi tarkibidagi miqdori esa 1,048 mg ni tashkil etganligi laboratoriya taxlil natijalaridan ko‘rinib turibdi

Adabiyotlar

1.Abduraxmonov T.A., Davlatov R.B. Veterinariya ishini tashkillashtirish va uning iqtisodi. - Samarqand, «Zarafshon» nashriyoti, 2004. -162-173б.

2.“Yod yetishmasligi to‘g‘risida” gi O‘zbekiston Respublikasining 2007 yil 05.03. dagi 97-sonli qonuni.
3.Самохин В.Т., Ермолева Т.Г.,Рецкий М.И., Шушлебин В.И., Погребняк О.В. Коррекция обмена энергии у молочных коров. Ветеринария, №9, 2004. С. - 44-45
4.Рекомендации по рациональному использованию углеводов (сахаров), минеральных веществ и витаминов. Ш.К.Шакиров., Н.Н. Хазипов. Казань 2012. 30.с.
5.Рекомендации по сохранению и выращиванию телят до 6-месячного возраста / под ред. В.И. Безгина, А.Н. Сухоноса. - Красноярск, 2002.
6. Риш М.А., Даминов Р.А., Абдуллаев Д.В. Биохимические районирование и эндемические заболевания сельскохозяйственных животных Узбекистана. Ташкент. Фан, 1980.
7. Авсицер Л.П. Содержание макро- и микроэлементов в молоке коров в зависимости от уровня цинка в рационе. XII-всесоюзная конференция «Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине». Тезисы докладов, II том. Самарканд.-1990
8. Байматов В.Н., Адамушкин В.Е., Ханнанова А.Ф. Изменение клинико-биохимеческих показателей у коров при йодной недостаточности. Ж-л. Вет.
9.Болотнов Л. Минеральные вещества и витамины в рационах лактирующих коров // Комбикорма. – 2002 -- №4. - С. 52-53.
10. Быкова О.А. Минеральные добавки из местных источников в рационах сухостойных коров /О.А. Быкова. // Агропродовольственная политика России. - 2015. - №3 (915). - С.64-66
13.Vitamin E supplementation reduces dexamethasone-induced oxidative stress in chicken semen

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Chemistry of Goods

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СОСТАВЕ БИОПРОДУКТА

Иброхим Рахмонович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Асилбек Бахтиёрбекович Юлчиев
Андижанского государственного университета, доцент кафедры пищевой и химической технологии доктор технических наук, доцент
https://orcid.org/0000-0003-0873-102X

Камронбек Шухратбек угли Джамолов
Андижанского государственного университета, старший преподаватель кафедры пищевой и химической технологии
https://orcid.org/0009-0001-4622-0901
E-mail: djamolovkamron91@mail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Аннотация. В статье рассматривается получение биопродукта на основе хлопкового шрота с низким содержанием госсипола и внедрение технологии производства из него гранул с высокой кормовой ценностью для животноводства и птицеводства, а также повторный анализ результатов исследований. В ходе исследований четыре вида образцов были подвергнуты лабораторным анализам, результаты которых

Ключевые слова: хлопковый шрот, биопродукт, витамины, хроматография.

Как цитировать
Аскаров, И. Р., Юлчиев , А. Б., & Джамолов , К. Ш. у. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СОСТАВЕ БИОПРОДУКТА. *Журнал химии товаров и народной медицины*, *5*(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Независимо от того, относится ли продукция к пищевым или непищевым продуктам, в частности к кормам для животных, большое значение имеет содержание в ней макро- и микроэлементов, витаминов и белка [1]. Недостаток макро- и микроэлементов в потребляемых продуктах создаёт предпосылки для возникновения различных заболеваний и изменений в организме. По данным Республиканского научно-практического медицинского эндокринологического центра, дефицит йода наблюдается у 40,2 % населения Узбекистана. О том, что проблема йододефицита относится к вопросам, требующим решения на государственном уровне, свидетельствует также принятие 3 мая 2007 года Закона № ЗРУ–907 «О профилактике йододефицитных заболеваний» [2].

Недостаток макро- и микроэлементов, а также витаминов в организме восполняется за счёт пищевых продуктов и кормов для животных, входящих в ежедневный рацион. Исходя из физиологических потребностей организма животных, по результатам проведённых исследований рекомендуется содержание в суточном кормовом рационе на 1 кг сухой массы 3–12 мг Cu; 20–60 мг Zn; 25–60 мг Mg; 0,06–1,2 мг J_2; 0,3–1,0 мг Co и 0,5 мг Se [3; с. 44–45].

Рядом исследователей установлено, что недостаток элементов в кормах животных может приводить к таким отрицательным последствиям, как бесплодие, изменение биохимического состава молока, агрессивность, отставание в развитии, нарушение синтеза гормонов, повышение активности

отдельных ферментов и, как следствие, ухудшение функционального состояния печени животных, неполноценность полового цикла самок и выкидыши [4,5,6].

Наряду с макро- и микроэлементами важную роль в составе кормового рациона играют витамины.

Витамины — низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, регулирующие биологические процессы в живом организме и выполняющие каталитические функции [1]. Недостаток витаминов в кормовом рационе приводит к авитаминозу, проявляющемуся повышенной восприимчивостью к заболеваниям, выпадением зубов, шерсти и рядом других признаков.

Чем выше продуктивность животных, тем выше их потребность в витаминах. Поэтому у высокопродуктивных животных во многих случаях наблюдается частичная недостаточность витаминов, то есть гиповитаминоз. Длительный гиповитаминоз при содержании продуктивных животных приводит к развитию авитаминоза. В то же время превышение нормы содержания витаминов в кормах суточного рациона животных вызывает гипервитаминоз. Недостаток одного лишь витамина D в организме животных является причиной хронического заболевания; в птицеводстве содержание цыплят в закрытых помещениях и недостаток солнечного света приводят к недостаточному усвоению витамина D. Это нарушает кальциево-фосфорный обмен и ухудшает рост костной ткани. Данное заболевание чаще всего наблюдается у цыплят в возрасте 3–5 месяцев [8].

У цыплят, поражённых данным заболеванием, первоначально наблюдаются слабость, взъерошенность оперения, выпадение маховых перьев, снижение и изменение аппетита. Иногда отмечаются опухание зоба, атония мышечного желудка и диарея. На последующих стадиях наблюдаются слабость ног, хромота, вынужденное сидячее положение, нарушение координации движений; цыплята часто лежат и с трудом поднимаются [9].

В натуральных кормах, потребляемых животными (особенно в зелёных травах), содержится большое количество витаминов. Кроме того, если учитывать синтез витамина С в тканях организма животных, а также синтез витаминов группы В и филлохинона микрофлорой желудка жвачных животных, может сложиться впечатление, что потребность животных в витаминах полностью удовлетворяется. Однако, несмотря на это, целесообразно периодически контролировать обеспеченность животных витаминами, наблюдать и фиксировать происходящие у них изменения [10].

Индонезийские исследователи С. Садарман и соавторы изучили, как включение соединений цинка (Zn) в рацион цыплят-бройлеров способствует улучшению их обмена веществ, а также активному участию цинка в обмене белков, углеводов и жиров [11].

Дж. Лисман, С. Садарман, А. Эфенди и соавторы изучили не только положительное влияние растения Phaleria macrocarpa на развитие цыплят-бройлеров, но и его воздействие на такие показатели, как антиоксидантная активность, устойчивость к внешним воздействиям и ряд других свойств [12].

Исследователи Y. Eid, T. Ebeid и H. Younis установили, что добавление витамина Е в кормовую рецептуру снижает уровень стресса у птиц [13].

Согласно широко применяемой классификации витамины можно разделить на водорастворимые и жирорастворимые. В следующей таблице приведена классификация витаминов по их растворимости.

Таблица 1. Классификация витаминов

№	Водорастворимые витамины	Жирорастворимые витамины
1	Витамин В1 (тиамин)	Витамин А (ретинол)

2	B2 (рибофлавин)	Каротин (провитамин А)
3	B3 (пантотеновая кислота)	Витамин D1 (кальциферол
4	B4 (холин)	D_2
5	B5, или PP (никотинамид)	D_3
6	B6 (пиридоксин)	Витамин Е (α-, β-, γ-токоферолы)
7	B12 (цианокобаламин)	Витамин К1 (филлохинон)
8	Витамин BC (фолиевая кислота)	
9	Витамин H (биотин)	

В приведённой выше таблице представлена классификация витаминов по растворимости. Наличие этих витаминов в определённых количествах в рецептуре комбикормов способствует предотвращению различных заболеваний у продуктивных животных и повышению их продуктивности.

В проведённых нами исследованиях хлопковый шрот подвергали биотехнологической обработке с целью снижения содержания токсичного вещества госсипола и повышения содержания белка, а также улучшения переваримости углеводов, содержащихся в шроте. Ниже представлена лабораторная установка для получения биопродукта из хлопкового шрота.

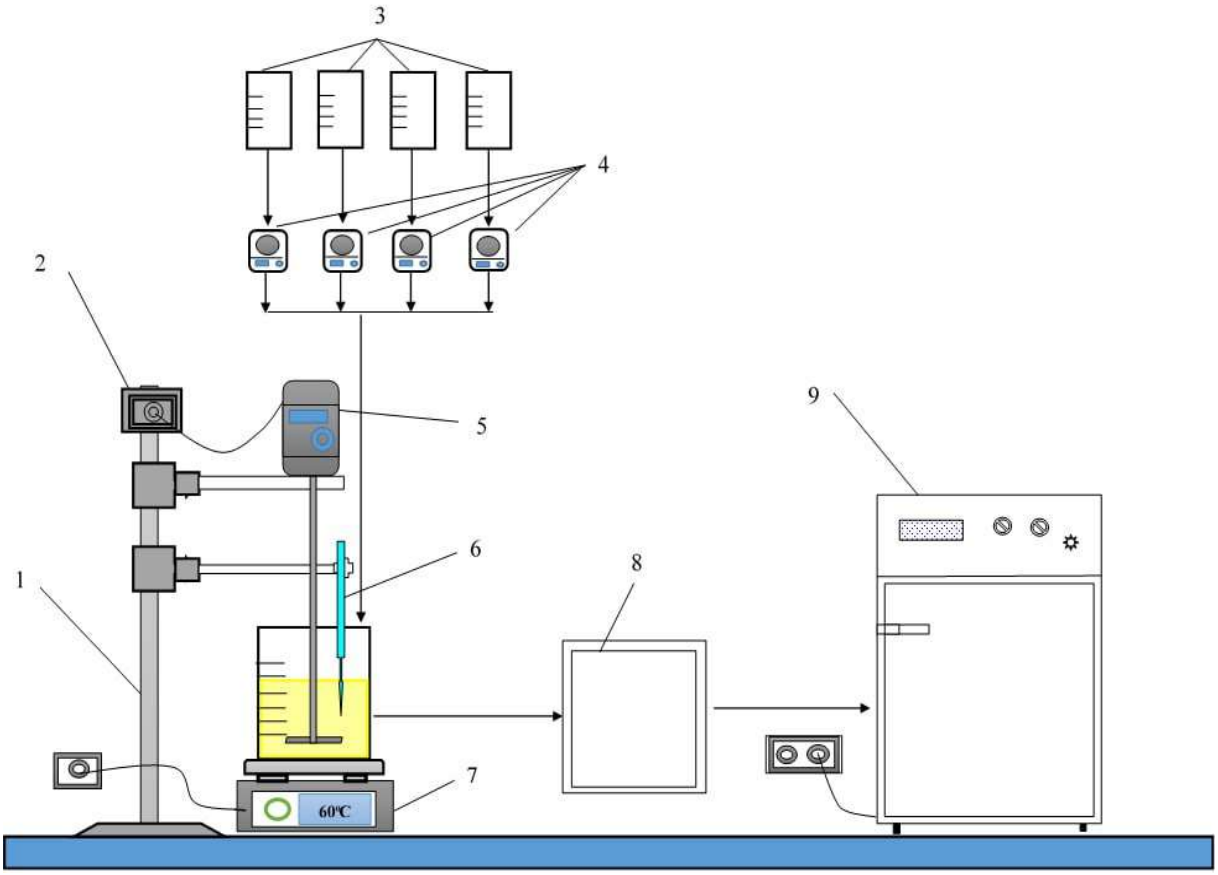


Рисунок 1. Лабораторная установка для получения биопродукта

1 — штатив; 2 — мешалка; 3 — ёмкость для образцов; 4 — электронные весы для образцов; 5 — мешалка; 6 — термометр; 7 — магнитная мешалка; 8 — лоток для сырья; 9 — сушильный шкаф.

На приведённой выше лабораторной установке биопродукт получали путём биотехнологической обработки тостированного хлопкового шрота. Сначала исходные компоненты (1000 г хлопкового шрота, около 300–400 мл воды, 3–4 г микроорганизмов и 100–150 г углеводов) взвешивали на весах (4) с использованием ёмкости для образцов (3), помещали в стакан вместимостью 2000 мл и устанавливали на магнитную мешалку (7). Для обеспечения оптимальной активности микроорганизмов температуру повышали до 30–35 °C. Чтобы снизить влажность полученного биопродукта с 60–65 % до 16–18 %, необходимых для гранулирования, его высушивали в сушильном шкафу при температуре 50–60 °C в течение 30 минут. Из высушенного биопродукта отбирали необходимую для гранулирования массу.

Методика

Использованные реактивы и оборудование. Витамин B12 был приобретён у компании «Rhydburg Pharmaceuticals» (Германия), витамин C — у «Carl Roth GmbH» (Германия), витамин B9 — у «DSM Nutritional Products GmbX» (Германия), а витамины B1, B2, B3, B6 и PP — у «BLDPharm» (Китай). Использовали воду и ацетонитрил степени чистоты для ВЭЖХ, а также реактивы химически чистых марок: уксусную кислоту и гидроксид натрия.

Определение содержания водорастворимых витаминов в растительном сырье проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе LC-40 Nexera Lite производства японской компании Shimadzu [1].

Приготовление стандартных растворов. 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 растворением 5 мг каждого витамина в 50 мл 0,1 н. раствора HCl. Стандартные растворы витаминов B2 (CAS 83-88-5) и B9 (CAS 59-30-3) готовили растворением 5 мг соответствующего витамина в 50 мл 0,025 %-ного раствора гидроксида натрия. Затем отбирали по 200 мкл исходных растворов витаминов B1, B6, B3, B12 и PP, смешивали их и получали раствор с концентрацией каждого витамина 14,286 мг/л. Аналогичным образом готовили стандартные растворы с концентрациями 7,143; 3,571 и 1,786 мг/л. Для витамина C также готовили стандартные растворы с концентрациями 286; 143; 71,5 и 57,2 мг/л. Для точки калибровочного графика с концентрацией 0 мг/л использовали чистую воду.

Приготовление экстракта образца. Для экстракции водорастворимых витаминов отбирали 1 г исследуемого образца, помещали в коническую колбу вместимостью 50 мл и добавляли 25 мл 0,1 н. раствора HCl. Экстракцию смеси проводили в ультразвуковой ванне GT SONIC-D3 (Китай) при температуре 60 °C в течение 20 минут. Затем смесь охлаждали, фильтровали и доводили объём водой в мерной колбе до 25 мл. Из экстракта отбирали 1,5 мл, фильтровали через шприцевой фильтр с размером пор 0,22 мкм, помещали во флакон и использовали для анализа.

Хроматографические условия.

Определение витаминов. Стандартные растворы и экстракт образца анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе LC-40 Nexera Lite, оснащённом насосом LC-40D, автосамплером SIL-40 и фотодиодноматричным детектором SPD-M40 (PDA), с использованием программного обеспечения LabSolutions версии 6.92. Применяли обращённо-фазовую колонку Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; 5 мкм, Shimadzu, Япония) и градиентную подвижную фазу, состоящую из ацетонитрила (A) и 0,25 %-ного водного раствора уксусной кислоты (B) (таблица 1). Объём инъекции составлял 10 мкл, скорость потока — 0,6 мл/мин, температура термостата колонки — 40 °C. Аналитический сигнал каждого витамина (площадь пика) регистрировали при трёх длинах волн: 265, 291 и 550 нм (рисунки 1–3). Для определения витамина C использовали 15-минутный градиент (таблица 2), аналитический сигнал измеряли при длине волны 265 нм.

Результаты и обсуждение

Таблица 1. Градиентная программа подвижной фазы при определении витаминов

Время, мин	Ацетонитрил (А), %	0,5 %-ная уксусная кислота (В), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	Завершение	

Таблица 2. Градиентная программа подвижной фазы при определении витамина С

Время, мин	Ацетонитрил (А), %	0,5 %-ная уксусная кислота (В), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100
15	Завершение	

Полученные результаты.

Определение витаминов в экстракте образца. Получены хроматограммы экстракта образца (рисунки 3–6). На основании результатов содержание витаминов в 100 г образца рассчитывали по приведённой ниже формуле; результаты представлены в таблицах 3–4.

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

Здесь X — содержание витаминов в 100 г плодов, мг;

Свит — концентрация витамина в экстракте, определённая методом ВЭЖХ, мг/л;

Vэкстракт — объём экстракта образца, л;

тобразец — масса навески образца для приготовления экстракта.

Витамин	Время удерживания, с	Концентрация, мг/л	Содержание в 100 г образца, мг
Vitamin B_1	2,964	1,524	3,810
Vitamin B_3	5,786	2,442	6,105
Vitamin PP	7,658	0,135	0,338
Vitamin B_9	16,709	0,207	0,518
Vitamin B_2	18,826	0,318	0,795
Vitamin B_6	6,393	0,317	0,793
Vitamin B_{12}	Не обнаружен	0	0,000
Vitamin C	4,453	0,017	0,043

В ходе исследований содержание водорастворимых витаминов группы В и витамина С в полученном биопродукте определяли методом ВЭЖХ. На следующих рисунках представлены хроматограммы витаминов, содержащихся в биопродукте и водной фракции биопродукта.

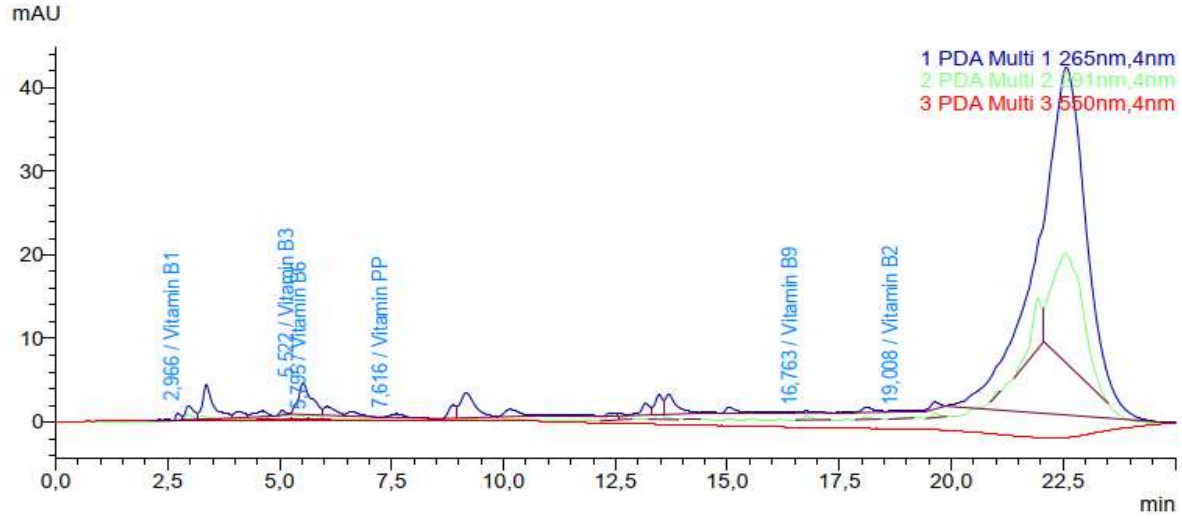


Рисунок 2. Хроматограмма водорастворимых витаминов группы В в биопродукте.

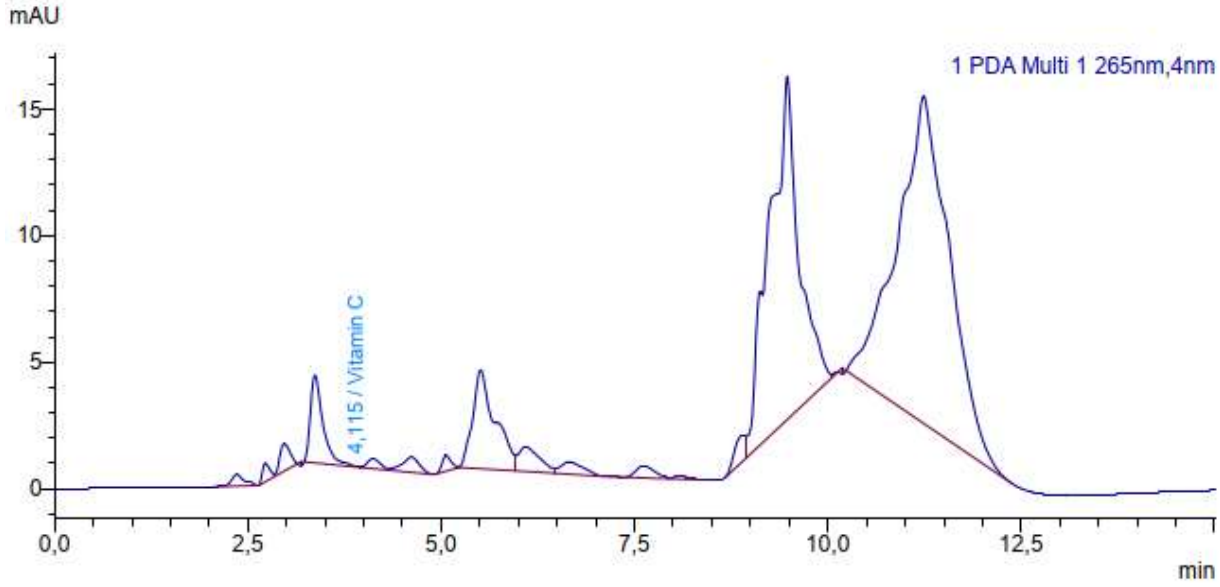


Рисунок 3. Хроматограмма витамина С в биопродукте.

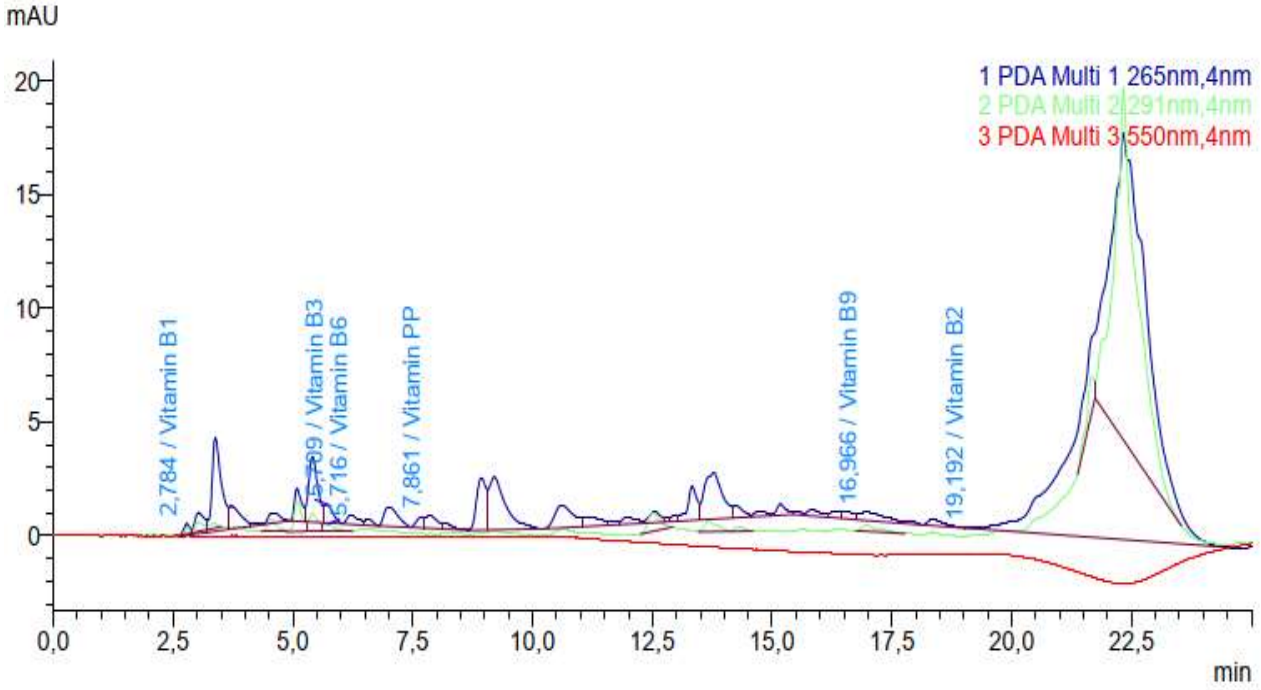


Рисунок 4. Хроматограмма водорастворимых витаминов группы В в водной фракции биопродукта.

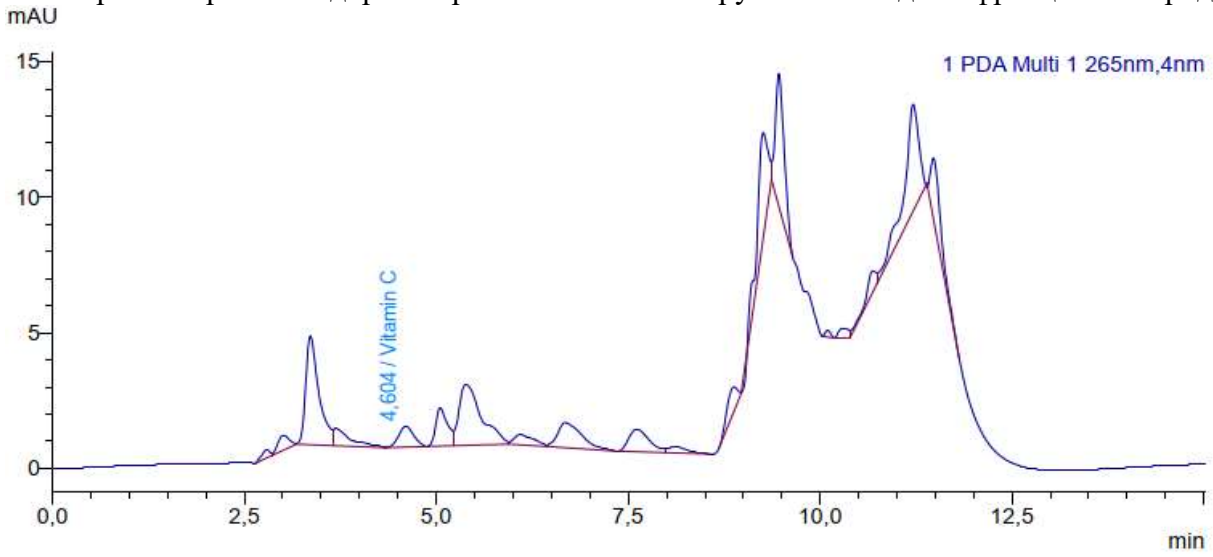


Рисунок 5. Хроматограмма витамина С в водной фракции биопродукта.

По результатам исследований содержание витаминов в биопродукте и его водной фракции в расчёте на 100 г образца приведено в следующей таблице.

Таблица 2. Содержание витаминов в биопродукте и водной фракции биопродукта

	Витамины	Время удерживания, с	Концентрация, мг/л	Содержание в 100 г образца, мг
Биопродукт				
1.	Vitamin B_1	2,966	0,737	1,843
2.	Витамин В3	5,522	2,108	5,270
3.	Vitamin PP	7,616	0,286	0,715
4.	Vitamin B_9	16,763	0,15	0,375
5.	Vitamin B_2	19,008	0,219	0,728

6.	Vitamin B_6	5,795	0,178	0,445
8.	Vitamin C	4,115	0,05	0,125
Водная фракция биопродукта (сок)				
1	Vitamin B_1	2,784	0,214	0,535
2	Vitamin B_3	5,709	0,227	0,568
3	Vitamin PP	7,861	0,311	0,778
4	Vitamin B_9	16,966	0,419	1,048
5	Vitamin B_2	19,192	0,284	0,710
6	Vitamin B_6	5,716	0,146	0,365
7	Vitamin C	4,604	0,213	0,533

Примечание. В образцах витамин В12 не обнаружен.

Как видно из приведённой таблицы, содержание витаминов В1, В3, РР, В9, В2, В6 и С в 100 г образца указано в миллиграммах. Эти витамины были обнаружены как в биопродукте, так и в его водной фракции, причём между их количественными показателями наблюдаются значительные различия. Так, содержание витамина В1 в биопродукте составляет 1,843 мг, а в водной фракции биопродукта — 0,535 мг. Если рассмотреть витамин В9, то, согласно результатам лабораторного анализа, его содержание в биопродукте составляет 0,375 мг, а в водной фракции — 1,048 мг.

Литературы

1. Абдурахмонов Т.А., Давлатов Р.Б. Организация ветеринарного дела и его экономика. Самарканд: издательство «Зарафшон», 2004. С. 162–173.
2. Закон Республики Узбекистан № 97 от 03.05.2007 «О йодной недостаточности».
3. Самохин В.Т., Ермолева Т.Г., Рецкий М.И., Шушлебин В.И., Погребняк О.В. Коррекция обмена энергии у молочных коров. Ветеринария. 2004. № 9. С. 44–45.
4. Рекомендации по рациональному использованию углеводов (сахаров), минеральных веществ и витаминов / Ш.К. Шакиров, Н.Н. Хазипов. Казань, 2012. 30 с.
5. Рекомендации по сохранению и выращиванию телят до 6-месячного возраста / под ред. В.И. Безгина, А.Н. Сухоноса. Красноярск, 2002.
6. Риш М.А., Даминов Р.А., Абдуллаев Д.В. Биохимическое районирование и эндемические заболевания сельскохозяйственных животных Узбекистана. Ташкент: Фан, 1980.
7. Авсицер Л.П. Содержание макро- и микроэлементов в молоке коров в зависимости от уровня цинка в рационе. XII Всесоюзная конференция «Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине». Тезисы докладов, т. II. Самарканд, 1990.
8. Байматов В.Н., Адамушкин В.Е., Ханнанова А.Ф. Изменение клинико-биохимических показателей у коров при йодной недостаточности. Журнал «Ветеринария».
9. Болотнов Л. Минеральные вещества и витамины в рационах лактирующих коров // Комбикорма. 2002. № 4. С. 52–53.
10. Быкова О.А. Минеральные добавки из местных источников в рационах сухостойных коров // Агропродовольственная политика России. 2015. № 3 (915). С. 64–66.
13. Добавление витамина Е снижает окислительный стресс, вызванный дексаметазоном, в сперме кур.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Chemistry of Goods

DISCUSSION OF THE RESULTS OF THE INVESTIGATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN THE BIOMATERIAL

Ibrohim R. Asqarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Asilbek B. Yolchiyev
Andijan State University, Associate Professor of the Department of Food and Chemical Technology, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
https://orcid.org/0000-0003-0873-102X

Kamronbek Sh. Djamolov
Andijan State University, Senior Lecturer at the Department of Food and Chemical Technology
https://orcid.org/0009-0001-4622-0901
E-mail: djamolovkamron91@mail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Annotation. This study focuses on developing a technology for producing nutritionally valuable granules for livestock and poultry from cottonseed meal with a reduced gossypol content through biomaterial-based processing, as well as re-evaluating the analytical results. During the study, four types of samples were subjected to laboratory analyses, and the results obtained were evaluated.

Keywords: cottonseed meal, bioproduct, vitamins, chromatography.

How to Cite

Askarov, I. R., Yolchiyev , A. B., & Djamolov , K. S. DISCUSSION OF THE RESULTS OF THE INVESTIGATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN THE BIOMATERIAL. *Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine*, *5*(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Regardless of whether a product is intended for human consumption, non-food applications, or animal feed, its macroelement, microelement, vitamin, and protein contents are of considerable importance [1]. Deficiencies of macro- and microelements in consumed products can contribute to the development of various diseases and physiological disorders. According to data from the Republican Scientific and Practical Medical Center of Endocrinology, iodine deficiency affects 40.2% of the population of Uzbekistan. The significance of addressing iodine deficiency at the national level is reflected in the adoption of Law No. O‘RQ-907, dated May 3, 2007, entitled “On the Prevention of Iodine Deficiency Disorders” [2].

Deficiencies of macroelements, microelements, and vitamins in the body can be addressed through the daily intake of food and animal feed. Based on the physiological requirements of animals, previous studies have recommended the following concentrations per kilogram of dry matter in daily feed rations: 3–12 mg of Cu, 20–60 mg of Zn, 25–60 mg of Mg, 0.06–1.2 mg of iodine (I), 0.3–1.0 mg of Co, and 0.5 mg of Se [3, pp. 44–45].

Several studies have demonstrated that deficiencies of essential elements in animal feed can lead to infertility, changes in the biochemical composition of milk, increased aggression, growth retardation, impaired hormone synthesis, altered activity of certain enzymes, deterioration of liver function, irregular reproductive cycles in female animals, and abortion [4,5,6].

In addition to the importance of macro- and microelements in animal diets, vitamins also play a crucial role in maintaining physiological functions and productivity.

Vitamins are low-molecular-weight organic compounds of diverse chemical structures that regulate biological processes and act as catalysts in living organisms [1]. Insufficient vitamin intake in animal diets can result in avitaminosis, increased susceptibility to disease, tooth loss, hair loss, and other clinical manifestations.

The higher the productivity of an animal, the greater its vitamin requirements. Consequently, partial vitamin deficiencies, known as hypovitaminosis, are frequently observed in highly productive animals. Prolonged hypovitaminosis in productive livestock can eventually lead to avitaminosis. Conversely, excessive vitamin intake through daily feed rations may cause hypervitaminosis. Vitamin D deficiency, in particular, can develop into a chronic condition in poultry. Factors such as keeping chicks indoors and limited exposure to sunlight may reduce vitamin D synthesis and utilization. This deficiency disrupts calcium–phosphorus metabolism and impairs bone tissue development. The condition is particularly common in chicks aged 3–5 months [8].

Initially, affected chicks may exhibit weakness, ruffled feathers, drooping wing feathers, and reduced or altered appetite. In some cases, crop enlargement, atony of the muscular stomach, and diarrhea may also occur. As the condition progresses, weakness of the legs, lameness, inability to stand, and impaired motor coordination may develop. Affected chicks often remain recumbent and experience difficulty rising [9].

Natural feedstuffs consumed by animals, particularly green forage, are rich in vitamins. Furthermore, vitamin C can be synthesized in animal tissues, while microorganisms in the rumen of ruminants synthesize B-group vitamins and phylloquinone (vitamin K_1). These factors may suggest that animals can meet their vitamin requirements through natural processes. Nevertheless, periodic monitoring of vitamin status, together with the observation and documentation of physiological changes, remains advisable [10].

Indonesian researchers S. Sadarman and colleagues investigated the effects of dietary zinc (Zn) supplementation in broiler chickens. Their research examined improvements in metabolism and the role of zinc in protein, carbohydrate, and lipid metabolism [11].

J. Lisman, S. Sadarman, A. Efendi, and colleagues investigated the beneficial effects of *Phaleria macrocarpa* on broiler chick development. In addition to growth-related outcomes, they examined its potential effects on antioxidant activity, resistance to external stressors, and several other physiological parameters [12].

Eid Y., Ebeid T., and Younis H. reported that the inclusion of vitamin E in poultry feed formulations reduced stress levels in the animals [13].

According to the widely used classification of vitamins based on solubility, they can be divided into two major groups: water-soluble and fat-soluble vitamins. The following table presents the classification of vitamins according to their solubility.

Table 1. Classification of Vitamins

№	Water-Soluble Vitamins	Fat-Soluble Vitamins
1	Vitamin B_1 (thiamine)	Vitamin A (retinol)
2	Vitamin B_2 (riboflavin)	Carotene (provitamin A)
3	Vitamin B_3 (pantothenic acid)	Vitamin D_1 (calciferol)
4	Vitamin B_4 (choline)	Vitamin D_2
5	Vitamin B_5 or PP (nicotinamide)	Vitamin D_3
6	Vitamin B_6 (pyridoxine)	Vitamin E (α-, β-, and γ-tocopherols)
7	Vitamin B_{12} (cyanocobalamin)	Vitamin K_1 (phylloquinone)

8	Vitamin BC (folic acid)	
9	Vitamin H (biotin)	

The table above presents the classification of vitamins according to their solubility. The inclusion of these vitamins in compound feed formulations at appropriate concentrations helps prevent various diseases in productive animals and improve their productivity.

In the present study, cottonseed meal was subjected to biotechnological treatment to reduce the concentration of gossypol, a toxic compound, increase its protein content, and improve the digestibility of carbohydrates present in the meal. The laboratory apparatus used for producing the biomaterial from cottonseed meal is presented below.

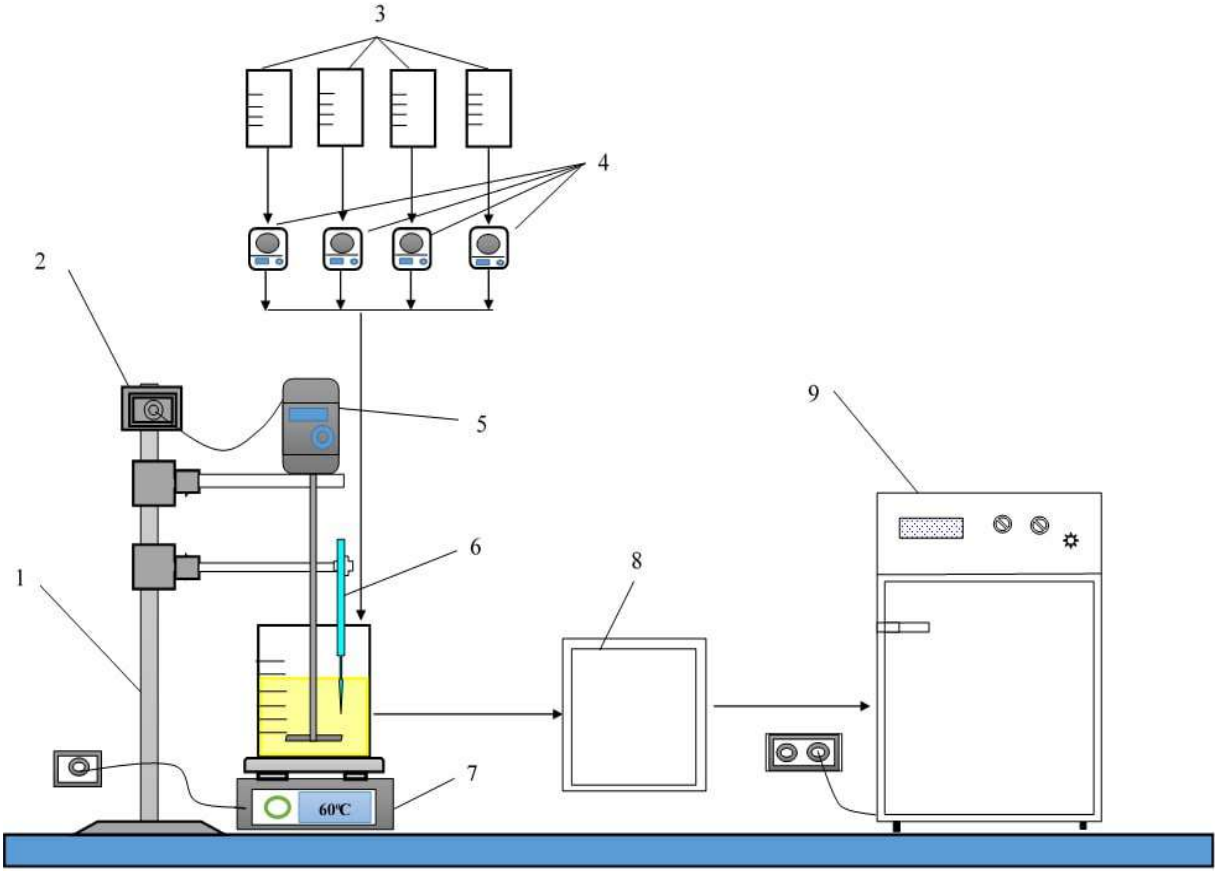


Figure 1. Laboratory Apparatus for Biomaterial Production

1. Stand, 2. Mixer, 3. Sample container, 4. Electronic balance for samples, 5. Mixer, 6. Thermometer, 7. Magnetic stirrer, 8. Raw material tray, 9. Dryer

The laboratory apparatus shown above was used to produce biomaterial from toasted cottonseed meal through biotechnological treatment. Initially, 1,000 g of cottonseed meal, approximately 300–400 mL of water, 3–4 g of microorganisms, and 100–150 g of carbohydrates were weighed using an electronic balance (4), with the samples placed in a sample container (3). The mixture was then transferred into a 2,000 mL beaker and placed on a magnetic stirrer (7). The temperature was raised to 30–35 °C to ensure optimal microbial activity. The resulting biomaterial, which contained 60–65% moisture, was dried in a drying cabinet at 50–60 °C for 30 min to reduce its moisture content to 16–18%, the level required for granulation. The required mass of the dried biomaterial was then weighed for the granulation process.

Methodology

Reagents and Equipment. Vitamin B_{12} was obtained from Rhydburg Pharmaceuticals (Germany), vitamin C from Carl Roth GmbH (Germany), and vitamin B_9 from DSM Nutritional Products GmbH

(Germany). Vitamins B_1, B_2, B_3, B_6, and PP were obtained from BLDPharm (China). HPLC-grade water and acetonitrile, as well as analytical-grade acetic acid and sodium hydroxide, were used in the study.

The concentrations of water-soluble vitamins in the plant-derived samples were determined using an LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatograph (HPLC) manufactured by Shimadzu, Japan [1].

Preparation of standard solutions. Standard solutions (100 mg/L) of vitamins C (CAS No. 50-81-7), B_1 (CAS No. 59-43-8), B_6 (CAS No. 58-56-0), B_3 (CAS No. 59-67-6), B_{12} (CAS No. 68-19-9), and PP (CAS No. 98-92-0) were prepared by dissolving 5 mg of each vitamin in 50 mL of 0.1 N hydrochloric acid (HCl). Standard solutions of vitamins B_2 (CAS No. 83-88-5) and B_9 (CAS No. 59-30-3) were prepared by dissolving 5 mg of each vitamin in 50 mL of 0.025% sodium hydroxide solution.

Subsequently, 200 µL aliquots of the initial standard solutions of vitamins B_1, B_6, B_3, B_{12}, and PP were combined to prepare a mixed standard solution containing each vitamin at a concentration of 14.286 mg/L. Further standard solutions with concentrations of 7.143, 3.571, and 1.786 mg/L were prepared by serial dilution. Standard solutions of vitamin C were also prepared at concentrations of 286, 143, 71.5, and 57.2 mg/L. Pure water was used as the blank for the calibration curve corresponding to a concentration of 0 mg/L.

Preparation of sample extracts. To extract water-soluble vitamins, 1 g of the sample was weighed and transferred into a 50 mL conical flask, followed by the addition of 25 mL of 0.1 N HCl. The mixture was extracted in an ultrasonic bath (GT SONIC-D3, China) at 60 °C for 20 min. The mixture was then cooled and filtered, and the filtrate was made up to a final volume of 25 mL with water in a volumetric flask. An aliquot of 1.5 mL of the extract was passed through a 0.22 µm syringe filter into an HPLC vial for subsequent analysis.

Chromatographic conditions. Determination of vitamins. Standard solutions and sample extracts were analyzed using an LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatograph equipped with an LC-40 pump, an SIL-40 autosampler, and an SPD-M40 photodiode array (PDA) detector. Data acquisition and processing were performed using LabSolutions software, version 6.92.

A Shim-pack GIST C18 reversed-phase column (150 × 4.6 mm, 5 µm; Shimadzu, Japan) was used. Gradient elution was performed using acetonitrile (mobile phase A) and a 0.25% aqueous acetic acid solution (mobile phase B), according to the gradient program presented in Table 1. The injection volume was 10 µL, the flow rate was 0.6 mL/min, and the column temperature was maintained at 40 °C. The analytical signals (peak areas) of the vitamins were recorded at wavelengths of 265, 291, and 550 nm, as illustrated in Figures 1–3. For vitamin C determination, a 15-minute gradient program was used (Table 2), and the analytical signal was measured at a wavelength of 265 nm.

Results and Discussion

Table 1. Mobile Phase Gradient Program for Vitamin Determination

Time (min)	Acetonitrile (A), %	0.5% Acetic Acid (B), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	End	

Table 2. Mobile phase gradient program for vitamin C determination

Time (min)	Acetonitrile (A), %	0.5% Acetic Acid (B), %
0	0	100
2	0	100

6	50	50
6,01	0	100
15	End	

Results obtained

Determination of Vitamins in the Sample Extract. Chromatograms of the sample extracts (Figures 3–6) were obtained. Based on the chromatographic results, the vitamin contents per 100 g of sample were calculated using the following formula and are presented in Tables 3 and 4.

$$X = \frac{C_{vit} \cdot V_{extract}}{m_{sample}} \cdot 100\ g$$

Here, X represents the amount of vitamins in 100 g of fruit, expressed in mg.

C_{vit} – the concentration of the vitamin in the extract, determined using the HPLC method, expressed in mg/L;

$V_{extract}$ – the volume of the sample extract, L;

M_{sample} – the mass of the sample weighed for extract preparation, g;

Vitamin	Retention Time (s)	Concentration (mg/L)	Amount per 100 g of Sample (mg)
Vitamin B_1	2,964	1,524	3,810
Vitamin B_3	5,786	2,442	6,105
Vitamin PP	7,658	0,135	0,338
Vitamin B_9	16,709	0,207	0,518
Vitamin B_2	18,826	0,318	0,795
Vitamin B_6	6,393	0,317	0,793
Vitamin B_{12}	Not detected	0	0,000
Vitamin C	4,453	0,017	0,043

During this study, water-soluble B-group vitamins and vitamin C in the obtained biomaterial were determined using high-performance liquid chromatography (HPLC). The following figures present the chromatograms of the vitamins detected in the biomaterial and the aqueous fraction of the biomaterial.

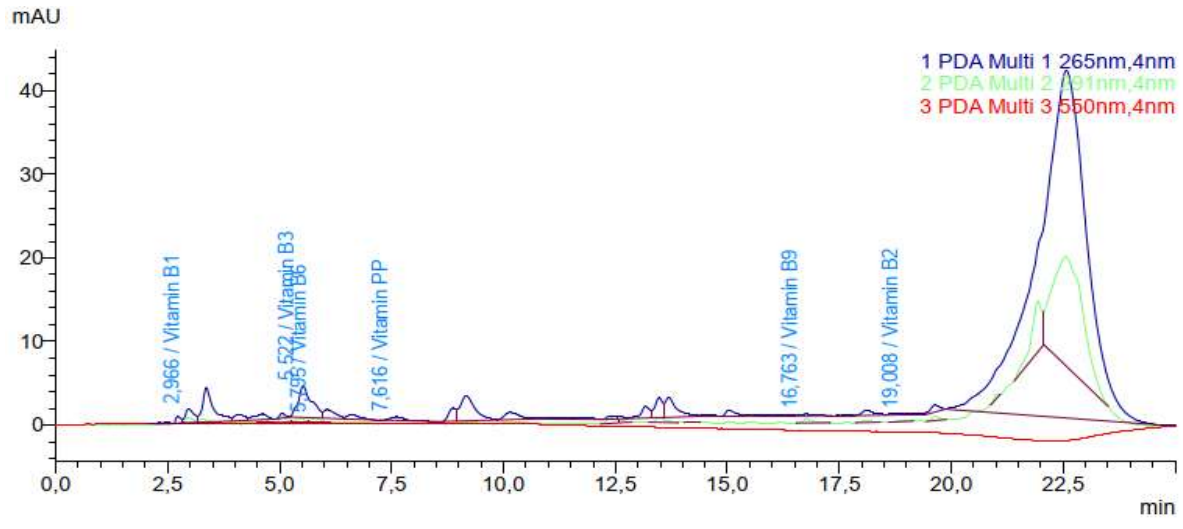


Figure 2. Chromatogram of water-soluble B-group vitamins in the biomaterial

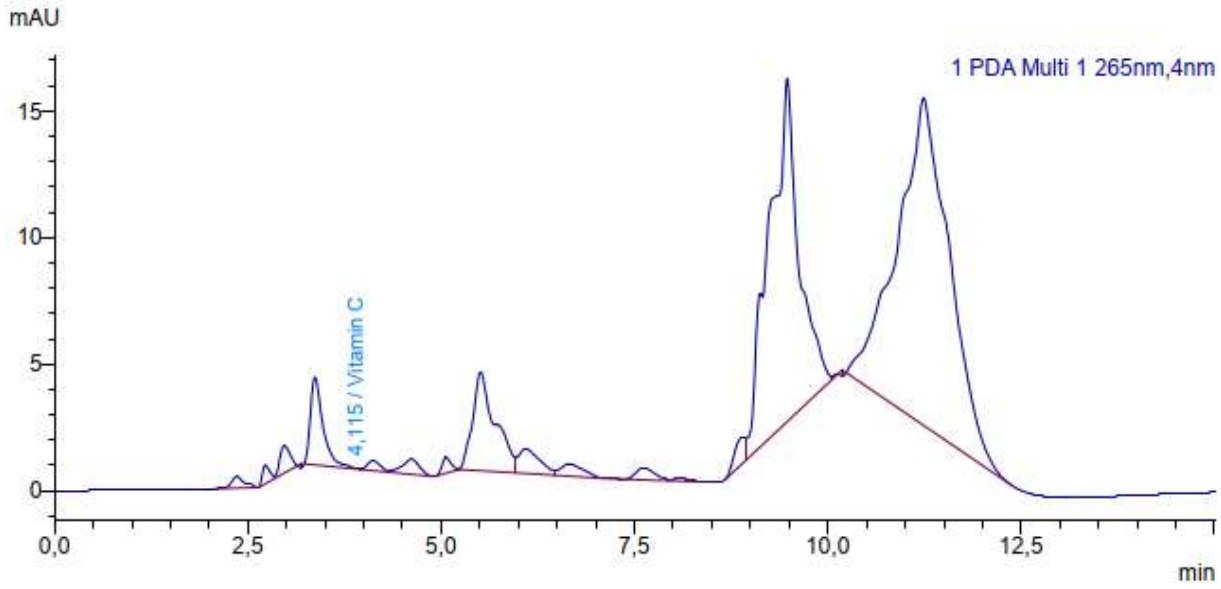


Figure 3. Chromatogram of vitamin C in the biomaterial

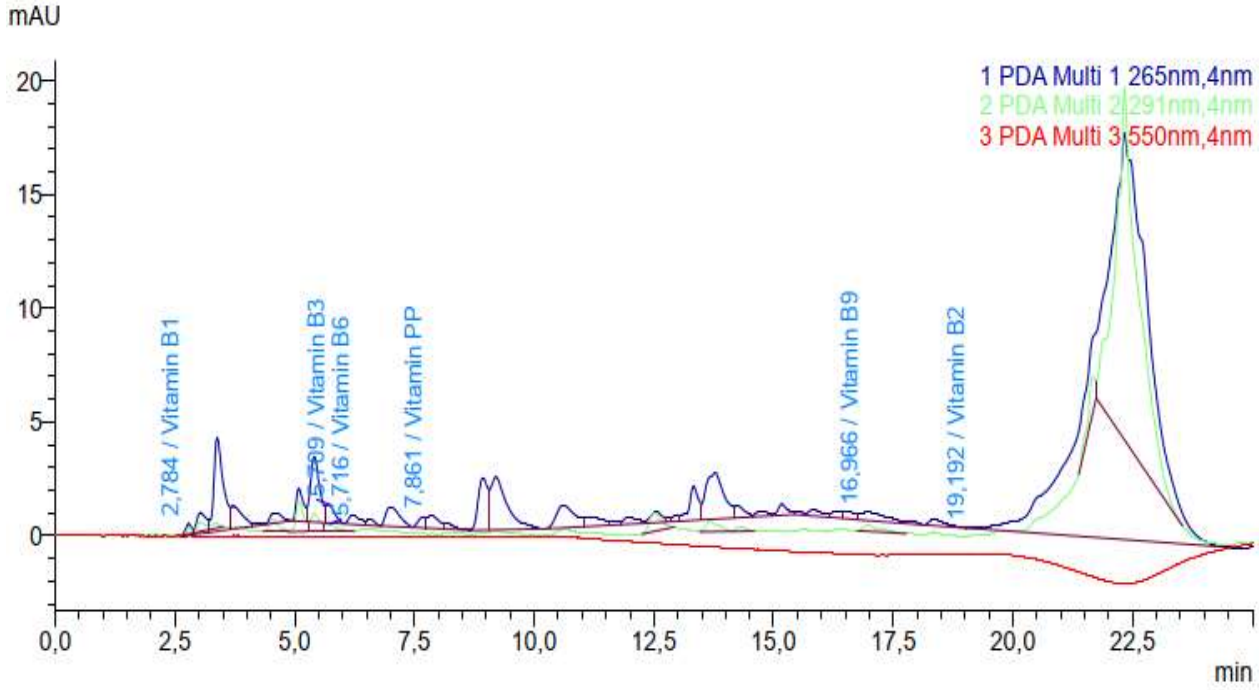


Figure 4. Chromatogram of water-soluble B-group vitamins in the biomaterial aqueous fraction

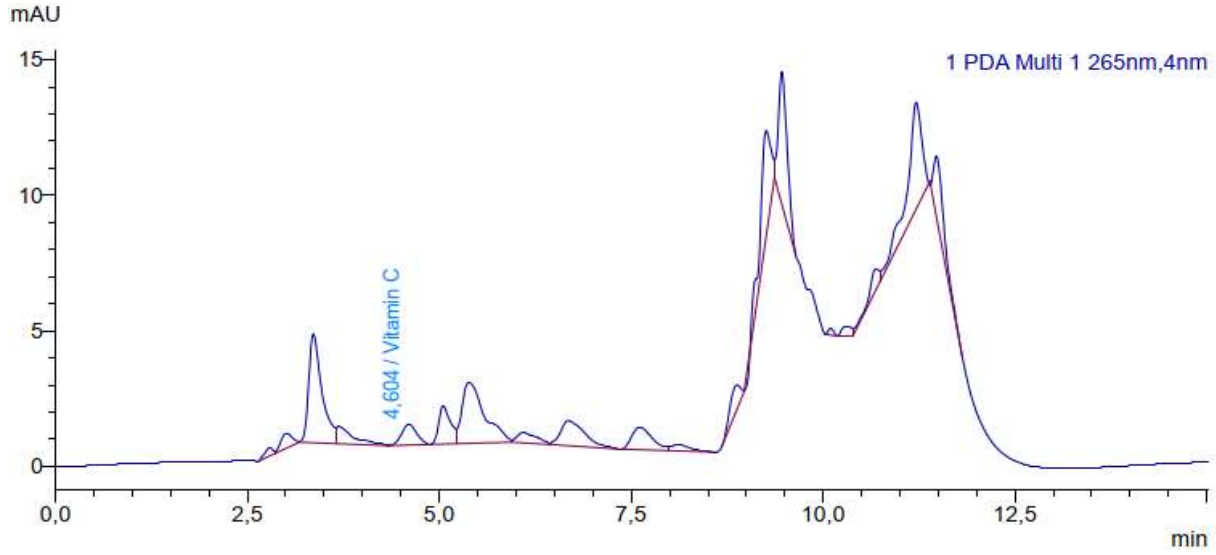


Figure 5. Chromatogram of vitamin C in the biomaterial aqueous fraction

Based on the results of the investigation, the vitamin contents of the biomaterial and its aqueous fraction were calculated per 100 g of sample and are presented in the following table.

Table 2. Vitamin content of the biomaterial and its aqueous fraction

	Vitamins	Retention time (s)	Concentration (mg/L)	Amount per 100 g of sample (mg)
Biomaterial				
1.	Vitamins	2,966	0,737	1,843
2.	Vitamin B_1	5,522	2,108	5,270
3.	Vitamin B_3	7,616	0,286	0,715
4.	Vitamin PP	16,763	0,15	0,375
5.	Vitamin B_9	19,008	0,219	0,728
6.	Vitamin B_2	5,795	0,178	0,445
8.	Vitamin B_6	4,115	0,05	0,125
Biomaterial aqueous fraction (juice)				
1	Vitamin B_1	2,784	0,214	0,535
2	Vitamin B_3	5,709	0,227	0,568
3	Vitamin PP	7,861	0,311	0,778
4	Vitamin B_9	16,966	0,419	1,048
5	Vitamin B_2	19,192	0,284	0,710
6	Vitamin B_6	5,716	0,146	0,365
7	Vitamin C	4,604	0,213	0,533

Note: Vitamin B_{12} was not detected in the samples.

As shown in the table above, the contents of vitamins B_1, B_3, PP, B_9, B_2, B_6, and C are expressed in milligrams per 100 g of sample. These vitamins were detected in both the biomaterial and its aqueous fraction, with substantial differences observed between the two. For example, the vitamin B_1 content was 1.843 mg/100 g in the biomaterial, whereas the corresponding value in the aqueous fraction was 0.535 mg/100 g. In contrast, laboratory analyses revealed that the vitamin B_9 content was 0.375 mg/100 g in the biomaterial and 1.048 mg/100 g in its aqueous fraction.

References

1.Abduraxmonov T.A., Davlatov R.B. Veterinariya ishini tashkillashtirish va uning iqtisodi. - Samarqand, «Zarafshon» nashriyoti, 2004. -162-173б.

2.“Yod yetishmasligi to‘g‘risida” gi O‘zbekiston Respublikasining 2007 yil 05.03. dagi 97-sonli qonuni.

3.Самохин В.Т., Ермолева Т.Г.,Рецкий М.И., Шушлебин В.И., Погребняк О.В. Коррекция обмена энергии у молочных коров. Ветеринария, №9, 2004. С. - 44-45
4.Рекомендации по рациональному использованию углеводов (сахаров), минеральных веществ и витаминов. Ш.К.Шакиров., Н.Н. Хазипов. Казань 2012. 30.с.
5.Рекомендации по сохранению и выращиванию телят до 6-месячного возраста / под ред. В.И. Безгина, А.Н. Сухоноса. - Красноярск, 2002.
6. Риш М.А., Даминов Р.А., Абдуллаев Д.В. Биохимические районирование и эндемические заболевания сельскохозяйственных животных Узбекистана. Ташкент. Фан, 1980.
7. Авсицер Л.П. Содержание макро- и микроэлементов в молоке коров в зависимости от уровня цинка в рационе. XII-всесоюзная конференция «Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине». Тезисы докладов, II том. Самарканд.-1990
8. Байматов В.Н., Адамушкин В.Е., Ханнанова А.Ф. Изменение клинико-биохимеческих показателей у коров при йодной недостаточности. Ж-л. Вет.
9.Болотнов Л. Минеральные вещества и витамины в рационах лактирующих коров // Комбикорма. – 2002 -- №4. - С. 52-53.
10. Быкова О.А. Минеральные добавки из местных источников в рационах сухостойных коров /О.А. Быкова. // Агропродовольственная политика России. - 2015. - №3 (915). - С.64-66
13.Vitamin E supplementation reduces dexamethasone-induced oxidative stress in chicken semen