

ОӘЖ 543.544.5 + 663.86.054.2

ЖОҒАРЫ ТИІМДІ СҰЙЫҚ ХРОМАТОГРАФИЯНЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АЛКОГОЛЬСІЗ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СУСЫНДАРДАҒЫ САХАРИН МӨЛШЕРІН АНЫҚТАУ

Жүгинис Бекмұхамет Абылқасымұлы

магистрант, Химия және химиялық технология факультеті, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы қ., Қазақстан

Ғылыми жетекші: Ергазиева Гаухар Ергазиевна

х.ғ.к., профессор, бас ғылыми қызметкер, каталитикалық процестер зертханасының меңгерушісі, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы қ., Қазақстан

Бұл зерттеуде жоғары тиімді сұйық хроматографияны пайдалана отырып, Қазақстанда қолжетімді танымал алкогольсіз энергетикалық сусындардағы сахарин мөлшері анықталды. Барлық үлгілер әртүрлі концентрациядағы сахариннің болуын көрсетті. Нәтижелер тұтынушылар мен азық-түлік қауіпсіздігін бақылау органдары үшін маңызды, бұл өнімдердің құрамын дәл талдаудың маңыздылығын көрсетеді. Бұл зерттеу энергетикалық сусындарды қауіпсіз тұтыну және сапасын бақылау бойынша қосымша ұсыныстарға негіз болады.

Кілт сөздері: алкогольсіз энергетикалық сусындар, сахарин, сұйық хроматография, сахарин мөлшері, қантты тұтыну, азық-түлік қауіпсіздігі, сапаны реттеу.

Кіріспе. Соңғы жылдары жастар мен спортшылардың энергетикалық сусындарды тұтынуы айтарлықтай өсті, сондықтан ғалымдар бұл сусындарды шамадан тыс тұтынумен байланысты денсаулыққа ықтимал қауіптер туралы алаңдаушылық білдіруде. Бұл проблемаларға жүрек-қан тамырлары проблемалары, жүйке жүйесінің бұзылуы және тәуелділіктің даму мүмкіндігі жатады. Азық-түлік және дәрі-дәрмек басқармасы (FDA) энергетикалық сусындарды (ЭС) «әдетте құрамында басқа ингредиенттер қосылған немесе қосылмаған кофеин бар сұйық түрдегі өнімдер класы» ретінде қарайды [1-4].

Энергетикалық сусындар-бұл әдетте кофеин, таурин, глюкуронолактон, дәрумендер, шөп сығындылары, меншікті қоспалар және/немесе аминқышқылдары бар және ақыл-ой белсенділігі мен физикалық төзімділікті арттыратын сусындар. Олар қантпен немесе қантсыз, газдалған немесе газдалмаған болуы мүмкін, сондықтан өнімдердің ассортименті кең.

Энергетикалық сусындардың танымал екенін атап өту маңызды: оларды спортшылар, әскери қызметкерлер және орта мектеп оқушылары жиі пайдаланады: бұл туралы колледж спортшыларының 80% - ы оларды нәтижелерін жақсарту үшін пайдаланатынын жеткізеді [5].

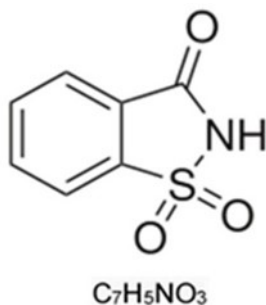
Австралиялық ғалымдардың «энергетикалық сусындарды тұтыну және болашақтағы жастарға әсері» зерттеуі тұтынушылардың энергетикалық сусындарда қандай заттар бар екенін білмейтінін көрсетті [6]. Әрине, заттардың құрамында оң қасиет көрсететіндері де бар. Атап айтқанда, кофеин мидың белсенділігін ынталандырады және жүректің төзімділігін арттырады. Алайда, шаршамау үшін кем дегенде үш энергетикалық сусын ішу керек. Гуарана сусындарының бөлігі қарқынды физикалық белсенділікпен ауырсынуды азайтады, бауырды тазартады және атеросклероздың дамуына жол бермейді. Сонымен қатар, мұндай сусындар шаршау мен депрессияны жеңілдетеді және жұмысқа деген ынтаны арттырады. Сондай-ақ, жүректің жұмысын жақсартатын таурин, май қышқылдарын ыдырататын және дене тіндеріндегі метаболизмді жақсартатын карнитин, аштықты басатын матеин және өмірмағын қалыпқа келтіретін мелатонин сияқты қоспалар бар. Гуарана сусындарының бөлігі қарқынды физикалық белсенділікпен ауырсынуды азайтады, бауырды тазартады және атеросклероздың дамуына жол бермейді. Сонымен қатар, мұндай сусындар шаршау мен депрессияны жеңілдетеді және жұмысқа деген ынтаны арттырады. Сондай-ақ, жүрек жұмысын жақсартатын таурин, май қышқылдарын ыдырататын және дене тіндеріндегі метаболизмді жақсартатын карнитин, аштықты басатын матеин және өмір ырғағын қалыпқа келтіретін мелатонин сияқты қоспалар бар [7].

Тәттілік, бәлкім, біз жейтін тағамның ең құнды ерекшеліктерінің бірі. Дегенмен, қант тәттіліктің ең айқын көзі болғанымен барлық тұтынушылар қантты тұтынғысы келмейді (немесе тұтынуы мүмкін). Тамақ өнеркәсібінде жиі қолданылатын жасанды тәттілендіргіштер тәтті қанттың тамаша және калориясыз алмастырушысы болып келеді [8].

Қант сияқты қоректік тәттілендіргіштердің орнына қоректік емес жасанды тәттілендіргіштерді пайдалану жалпы көмірсулар мен калорияларды тұтынуды азайту әдісі ретінде ұсынылады. Қант диабетімен ауыратын науқастар мен семіздік/артық салмақпен ауыратын адамдар көбінесе тағамдық емес жасанды тәттілендіргіштерді гликемияны бақылау және салмақ жоғалту құралы ретінде пайдаланады. Өз денсаулығына мән беретін тұтынушылар салмақ қосу және метаболикалық аурулардың қаупін азайту үшін жасанды тәттілендіргіштерді қолдануы ықтимал. Сонымен қатар, дәрі-дәрмекпен емдеуден басқа, шектеулі қант пен көмірсуларға бай тағамдары бар диеталар дене салмағын бақылаудың ең тиімді құралы болып саналады [9].

Сахарин (1,2-бензотиазол-3(2H)-он-1,1-диоксид) (1-суретті қараңыз) [10] - ең көне жасанды тәттілендіргіш және 1879 жылы табылған. Қосылыс

метилантранилаттың азот қышқылының күкірт газымен, хлормен және аммиакпен әрекеттесуі арқылы алынады. Ол сахарозадан шамамен 300 есе тәтті және бүкіл әлемде ең маңызды және кеңінен қолданылатын тәттілендіргіштердің бірі болып саналады.



1-сурет. Сахариннің химиялық құрылымы және молекулалық формуласы(1,2-бензотиазол-3 (2H)-он-1,1-диоксид).

Сахарин, үстел тәттілендіргіші ретінде пайдаланудан басқа, әдетте алкогольсіз сусындарда, кондитерлік өнімдерде, джемдерде, консервіленген жемістерде, кәмпіттерде, десерт қоспаларында және сағызда қолданылады [11]. Сахариннің тәттілендіру қабілеті қызған кезде төмендемейтіндіктен, ол төмен калориялы , қантсыз тағамдарға қосымша ретінде тамаша үміткер болып табылады [12, 13].

Соңғы зерттеулер сахаринді шамадан тыс тұтыну денсаулыққа бірнеше жағымсыз әсер етуі мүмкін екенін көрсетеді [14,15] , соның ішінде қатерлі ісік қаупі, ішек микрофлорасына теріс әсер ету, тәбет пен метаболизмге ықтимал әсерлер, ықтимал аллергиялық реакциялар және гормоналды тепе-теңдікке әсер ету. Жалпы алғанда, сахаринді қалыпты тұтыну әдетте көптеген адамдар үшін қауіпсіз болып саналады, бірақ артық тұтыну денсаулыққа теріс әсер етуі мүмкін. Сондықтан энергетикалық сусындардағы сахаринді анықтау тұтыну қауіпсіздігін қамтамасыз ету, тұтынуды бақылау және диеталық ұсыныстарды орындау үшін қажет. Сахариннің құрамын біле отырып, оның тұтынылуын бақылауға және осы затты шамадан тыс тұтынудан аулақ болуға болады.

Сусындардағы сахаринді спектрофотометрия, электрофорез және сұйық хроматография сияқты бірнеше әдістермен анықтауға болады. Спектрофотометрия мен электрофорездің кемшіліктері олардың шектеулі дәлдігі мен ерекшелігі, сондай-ақ сусындарда басқа компоненттердің болуына байланысты нәтижелерді бұрмалау мүмкіндігі болып табылады. Олардан айырмашылығы, сұйық хроматографияның артықшылығы-сахаринді анықтаудың жоғары сезімталдығы, дәлдігі және ерекшелігі, тіпті басқа заттардың қатысуымен, бұл әдісті сенімді етеді және сусындарды талдау тәжірибесінде кеңінен қолданылады.

Сондықтан бұл зерттеудің мақсаты жоғары тиімді сұйық хроматографияны пайдалана отырып, Қазақстанда танымал алкогольсіз энергетикалық сусындардағы сахаринді анықтау болып табылады.

Зерттеу әдістері. Зерттеу үшін Gorilla energy, Red Bull, Zet Energy, Adrenaline Rush, Monster Energy, Flash Up, Dizzy Energy өндірушілерінен Қазақстанда танымал алкогольсіз энергетикалық сусындардың үлгілері таңдалды.

Сынақтарды жүргізу кезінде жабдықтар мен әдістердің мынадай жиынтығы пайдаланылды: толқын ұзындығы 210 нм спектрофотометриялық детектормен және деректерді өңдеу жүйесімен (микроЭВМ) жабдықталған ағын жылдамдығының сызықтық өзгеру бағдарламашысы бар жоғары тиімді сұйық хроматограф; бөлшектердің диаметрі 5-6 мкм болатын $C = 18$ фазасымен толтырылған $0,15 \times 4,6$ мм хроматографиялық бағандар; вакуумды сүзуге арналған қондырғы; сыйымдылығы 10 мм^3 хроматографиялық микрошприцтер; кеуектерінің өлшемі 0,5 мкм сүзгі қағазы; ең үлкен өлшеу шегі 200 г және қателігі $\pm 0,001$ г жалпы мақсаттағы зертханалық таразылар; рН-340 модельді рН- метрі; өлшеуіш құю колбалары: 2-50-2, 2-100-2, 2-250-2, 1-1000-2; сыйымдылығы 2, 10, 25 см^3 градуирленген тамшуырлар; 0-100 °C өлшеу шегі және 1 °C бөлу бағасы бар сұйық шыны термометр; бидистилденген су; ацетонитрил; фосфор қышқылының бір алмастырылған калийі ;сахарин; ортофосфор қышқылы.

Сынаққа дайындық. Алдымен 150 мг/дм^3 градуирлеуші сахарин ерітінділері дайындалды. Салмағы 37,5 мг сахарин ілмектері сыйымдылығы 250 см^3 өлшеуіш колбаға ауыстырылады, жартысына дейін 30-35 °C температурада бидистилденген сумен толтырылады. Толығымен ерігенше араластырып, содан кейін бидистиллятпен белгіге дейін жеткізеді. Бұл ерітінді әртүрлі материалдар мен жабдықтардың көмегімен қолмен дайындалды. Градуирлеу ерітіндісі үшін дәл және сенімді нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін әдіс жасалды және қолданылды. Ерітіндіні дайындағаннан кейін сапа мен дәлдікті қамтамасыз ету үшін мұқият өлшеу және араластыру процедуралары жүргізілді.

Жылжымалы фазаны дайындау. Жылжымалы фазаны дайындау үшін 1000 см^3 көлемді колбаға салынған 1,72 г фосфор қышқылының бір алмастырылған калийі (KH_2PO_4) пайдаланылды. Бұл материал бидистилденген суда еріген және толық ерігенше мұқият араластырылған. Алынған ерітінді рН 3,2-ге ортофосфор қышқылын (H_3PO_4) қосу арқылы жеткізілді.

Әрі қарай, алынған буферлік ерітіндінің 850 см^3 мөлшерін 150 см^3 ацетонитрилмен араластыру жүргізілді (C_2H_5), ол бұрын тесік диаметрі 0,5 мкм сүзгі қағазы арқылы сүзілген. Бұл процесс әрі қарайғы эксперименттер үшін қажетті жылжымалы фазаны алуға мүмкіндік берді.

Үлгілерді дайындау. Сусындардың үлгілерін дайындау үшін 25 °С-тан аспайтын температурада газсыздандыру жүргізілді, содан кейін қағаз сүзгісі арқылы сүзу жүргізілді.

Хроматографиялық талдау шарттары келесідей реттелді: 5-6 мкм бөлшектері бар 0,15 × 4,6 мм өлшемді С-18 фазалы баған қолданылды; жылжымалы фаза 15% ацетонитрилден және 85% 0,0125 М КН₂РО₄ ерітіндісінен тұрды; фосфор қышқылымен рН 3,2-ге дейін жеткізілді; бағандағы ағын жылдамдығы 8 минут ішінде 1,2 см³/мин-тан 1,7 см³/минутқа дейінгі сызықтық градиентке реттелді; термостаттың температурасы 35 °С деңгейінде орнатылды; 1,2 см³/мин ағын жылдамдығындағы бағандағы қысым 120 кг/см² болды (қысым баған жұмыс істеген сайын ұлғайды); анықтау үшін спектрдің ультракүлгін аймағында 210 нм толқын ұзындығында сіңіру қолданылды, бүкіл шкала бойынша 0,02 бірлік сіңіру деңгейімен; енгізілген үлгінің көлемі 10,0 мм³ болды.

Нәтижелерді өңдеу. Сахариннің мг/дм³ массалық концентрациясының нәтижелерін өңдеу үшін біз "абсолютті градуирлеу" әдісіне арналған құрылғының компьютер бағдарламасын немесе есептеу формуласын қолдандық:

$$X = K * \frac{S}{V}$$

мұндағы К – «абсолютті градуирлеу» әдісі үшін жалпы қабылданған ережелерге сәйкес белгіленетін түзету коэффициенті;

S-компоненттің белгілі бір массалық концентрациясына сәйкес келетін зерттелетін компоненттің шыңының ауданы, мг;

V-талданатын сынаманың көлемі, дм³. Есептеулердің дәлдігін қамтамасыз ету үшін нәтижелер бірінші ондыққа дейін дөңгелектенді.

Нәтижелер және талқылау. Алкогольсіз энергетикалық сусындардағы сахарин құрамын талдау нәтижелері қарастырылған жеті үлгінің әрқайсысында әртүрлі концентрациядағы сахарин бар екенін көрсетті (1 кесте). Жүргізілген өлшеулерге сәйкес сахарин мөлшері:

1 кесте. Алкогольсіз энергетикалық сусындардағы сахарин мөлшері.

№	Алкогольсіз энергетикалық сусындардың түрлері	Сахарин мөлшері (мг/дм ³)
1	Gorilla Energy	235,9
2	Red Bull	239,1
3	Zet Energy	208,1
4	Adrenaline Rush	229,8
5	Monster Energy	232,5
6	Flash Up	242,5
7	Dizzy Energy	221,8

Бұл нәтижелер алкогольсіз энергетикалық сусындардың құрамында сахариннің болуын растайды, бұл қантты тұтынуды бақылауға ұмтылатын тұтынушылар үшін маңызды. Сонымен қатар, сусындардағы сахарин концентрациясы олардың өндірушісіне байланысты өзгереді, бұл тұтынушылардың қалауына және олардың сусын таңдауына әсер етуі мүмкін.

Энергетикалық сусындарда қант көп, сонымен қатар тәттілендіргіштер, соның ішінде сахарин, оның артық тұтынылуы артық салмаққа әкелуі және тістерге зиян келтіруі мүмкін. Егер 1 күнде 400 мл энергетикалық сусын ішкен болса, сол күні өзге тәттілерді жеуге болмайды (яғни қант, бал, джем, кәмпиттер, шоколад, печенье, пирожныйлар, балмұздақ, салқын және шырынды сусындар ішу және т.б.).

Табылған сахарин құрамы сонымен қатар осы зерттеуде қарастырылған алкогольсіз энергетикалық сусындар осы жасанды тәттілендіргіштің көзі бола алатындығын көрсетеді. Тұтынушылардың қантты тұтынуды бақылаудың маңыздылығы туралы өсіп келе жатқан хабардарлығын ескере отырып, біздің зерттеу нәтижелері сусындарды таңдау туралы ақпараттандырылған шешімдер қабылдау үшін пайдалы ақпарат береді.

Сондай-ақ, жүргізілген талдау үлгілерді дайындаумен және әдістемелік ұсынымдар мен стандарттарға сәйкес эксперимент жүргізумен бірге жоғары тиімді сұйық хроматографияны қолданудың арқасында дәл және сенімді нәтижелерге қол жеткізгенін атап өткен жөн.

Жалпы, біздің зерттеуіміздің нәтижелері алкогольсіз энергетикалық сусындардағы сахарин құрамына талдау жүргізу қажеттілігін растайды және осы сусындардың тұтынушылардың денсаулығы мен мінез-құлқына әсерін одан әрі зерттеуге шақырады.

Қорытынды. Бұл зерттеуде біз жоғары тиімді сұйық хроматографияны қолдана отырып, жеті танымал алкогольсіз энергетикалық сусындардағы сахарин құрамын талдадық. Нәтижелер әр түрлі концентрациядағы барлық үлгілерде сахариннің болуын растады. Бұл деректер қантты тұтынуды бақылауға қызығушылық танытатын тұтынушылар үшін, сондай-ақ азық-түлік қауіпсіздігін реттейтін ұйымдар үшін маңызды ақпаратты ұсынады.

Жоғары тиімді сұйық хроматографияны қолдану дәл және сенімді нәтиже берді. Біздің зерттеуіміз алкогольсіз энергетикалық сусындардың тұтынушылардың денсаулығы мен мінез-құлқына әсерін одан әрі зерттеу қажеттілігін көрсетеді, бұл тұтынушылар мен реттеушілер үшін неғұрлым ақпараттандыратын нұсқауларды әзірлеуге ықпал етуі мүмкін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Салимова Д. Р. Безалкогольные энергетические напитки //Междисциплинарные исследования: опыт прошлого, возможности настоящего, стратегии будущего. – 2020. – №. 1. – С. 23-30.
2. Costantino A. et al. The dark side of energy drinks: a comprehensive review of their impact on the human body //Nutrients. – 2023. – Т. 15. – №. 18. – С. 3922.
3. Seifert S. M. et al. Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults //Pediatrics. – 2011. – Т. 127. – №. 3. – С. 511-528.
4. Heckman M. A., Sherry K., De Mejia E. G. Energy drinks: an assessment of their market size, consumer demographics, ingredient profile, functionality, and regulations in the United States //Comprehensive Reviews in food science and food safety. – 2010. – Т. 9. – №. 3. – С. 303-317.
5. Higgins J. P. et al. Energy drinks: A contemporary issues paper //Current sports medicine reports. – 2018. – Т. 17. – №. 2. – С. 65-72.
6. Трофимов Н. С. и др. Влияние энергетических напитков на здоровье человека //Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2019. – Т. 9. – №. 3. – С. 75-82.
7. Каримкулов К. М., Раджабова Л. Р. Классификация И Определение Составы Безалкогольных Напитков //Miasto Przyszłości. – 2022. – Т. 27. – С. 160-168.
8. Kubica P., Namieśnik J., Wasik A. Determination of eight artificial sweeteners and common Stevia rebaudiana glycosides in non-alcoholic and alcoholic beverages by reversed-phase liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry //Analytical and bioanalytical chemistry. – 2015. – Т. 407. – С. 1505-1512.
9. Azeez O. H., Alkass S. Y., Persike D. S. Long-term saccharin consumption and increased risk of obesity, diabetes, hepatic dysfunction, and renal impairment in rats //Medicina. – 2019. – Т. 55. – №. 10. – С. 681.
10. Гущина Е. А., Вдовичева В. В., Тихомиров Г. А. Подсластитель сахарин и его потенциометрическое определение //Наукофера. – 2017. – №. 2. – С.6-9.
11. Mousumi M. et al. Sugar content in artificial sweetener //Advances in Applied Science Research. – 2011. – Т. 2. – №. 4. – С. 407-409.
12. Fitch C., Keim K. S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: use of nutritive and nonnutritive sweeteners //Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. – 2012. – Т. 112. – №. 5. – С. 739-758.
13. Uçar A., Yilmaz S. Saccharin genotoxicity and carcinogenicity: a review //Adv. Food Sci. – 2015. – Т. 37. – №. 3. – С. 138-142.
14. Коурова С. И., Склюев О. А. ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА //Актуальные проблемы естественных наук. – 2021. – С. 256-261.

15. Генделека Г. Ф., Генделека А. Н. Использование сахарозаменителей и подсластителей в диетотерапии сахарного диабета и ожирения //Международный эндокринологический журнал. – 2013. – №. 2 (50). – С. 34-38.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ САХАРИНА В БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НАПИТКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Жугинис Бекмұхамет Абылқасымұлы

Научный руководитель: Ергазиева Гаухар Ергазиевна

В данном исследовании определено содержание сахарина в популярных безалкогольных энергетических напитках, доступных в Казахстане, с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии. Все образцы продемонстрировали наличие сахарина с различными концентрациями. Результаты важны для потребителей и органов контроля пищевой безопасности, подчеркивая значимость точного анализа состава продуктов. Это исследование служит основой для дальнейших рекомендаций по безопасному потреблению и контролю качества энергетических напитков.

Ключевые слова: Ключевые слова: безалкогольные энергетические напитки, сахарин, жидкостная хроматография, содержание сахарина, потребление сахара, пищевая безопасность, регулирование качества.

DETERMINATION OF SACCHARIN CONTENT IN NON-ALCOHOLIC ENERGY DRINKS USING HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

Zhuginis Bekmukhamet

Scientific Supervisor: Yergazieva Gaukhar

This study determined the saccharin content of popular non-alcoholic energy drinks available in Kazakhstan using high-performance liquid chromatography. All samples showed the presence of saccharin at different concentrations. The results are important for consumers and food safety authorities, emphasizing the importance of accurate analysis of product composition. This study provides the basis for further recommendations for the safe consumption and quality control of energy drinks.

Keywords: non-alcoholic energy drinks, saccharin, liquid chromatography, saccharin content, sugar consumption, food safety, quality regulation.

REFERENCES

1. Salimova D. R. Non-alcoholic energy drinks. // *Interdisciplinary Studies: Experience of the Past, Opportunities of the Present, Strategies for the Future*. – 2020. – No. 1. – pp. 23-30.
2. Costantino A. et al. The dark side of energy drinks: a comprehensive review of their impact on the human body. // *Nutrients*. – 2023. – Vol. 15. – No. 18. – Article 3922.
3. Seifert S. M. et al. Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults. // *Pediatrics*. – 2011. – Vol. 127. – No. 3. – pp. 511-528.
4. Heckman M. A., Sherry K., De Mejia E. G. Energy drinks: an assessment of their market size, consumer demographics, ingredient profile, functionality, and regulations in the United States. // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2010. – Vol. 9. – No. 3. – pp. 303-317.
5. Higgins J. P. et al. Energy drinks: A contemporary issues paper. // *Current Sports Medicine Reports*. – 2018. – Vol. 17. – No. 2. – pp. 65-72.
6. Trofimov N. S. et al. The effect of energy drinks on human health. // *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*. – 2019. – Vol. 9. – No. 3. – pp. 75-82.
7. Karimkulov K. M., Rajabova L. R. Classification and Determination of the Composition of Non-alcoholic Beverages. // *Miasto Przyszłości*. – 2022. – Vol. 27. – pp. 160-168.
8. Kubica P., Namieśnik J., Wasik A. Determination of eight artificial sweeteners and common *Stevia rebaudiana* glycosides in non-alcoholic and alcoholic beverages by reversed-phase liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry. // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2015. – Vol. 407. – pp. 1505-1512.
9. Azeez O. H., Alkass S. Y., Persike D. S. Long-term saccharin consumption and increased risk of obesity, diabetes, hepatic dysfunction, and renal impairment in rats. // *Medicina*. – 2019. – Vol. 55. – No. 10. – pp. 681.
10. Gushchina E. A., Vdovicheva V. V., Tikhomirov G. A. Sweetener saccharin and its potentiometric determination. // *Naucosfera*. – 2017. – No. 2. – pp. 6-9.
11. Mousumi M. et al. Sugar content in artificial sweetener. // *Advances in Applied Science Research*. – 2011. – Vol. 2. – No. 4. – pp. 407-409.
12. Fitch C., Keim K. S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. // *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. – 2012. – Vol. 112. – No. 5. – pp. 739-758.

13. Uçar A., Yilmaz S. Saccharin genotoxicity and carcinogenicity: a review. // *Adv. Food Sci.* – 2015. – Vol. 37. – No. 3. – pp. 138-142.
14. Kourova S. I., Sklyuev O. A. The impact of food additives on human health. // *Actual Problems of Natural Sciences.* – 2021. – pp. 256-261.
15. Gendeleka G. F., Gendeleka A. N. The use of sugar substitutes and sweeteners in the dietary therapy of diabetes mellitus and obesity. // *International Endocrinological Journal.* – 2013. – No. 2 (50). – pp. 34-38.