

RELEVANCE OF APPLICATION OF OPAL-CHALCEDONE MATERIAL IN THE TECHNOLOGY OF VODKA

L. Tarasuk, S. Oliynyk, V. Prybylskiy
National University of Food Technologies

Key words:

Liqueur-vodkas industry
Water-alcohol mixture
Filtering
Stability
Efficiency

Article history:

Received 03.09.2019
Received in revised form
19.09.2019
Accepted 03.10.2019

Corresponding author:

S. Oliynyk
E-mail:
lana_ol@ukr.net

ABSTRACT

The paper offers a method of improving the technology of vodka with the use of unconventional natural mineral opal-chalcedone material and demonstrates the relevance of its use for the water-alcohol mixture filtration.

Quality parameters of natural mineral and water-alcohol mixture before and after its treatment have been determined by standardized methods using physicochemical, capillary electrophoretic and spectrometric methods of analysis, as well as generalization and comparison of experimental results based on the systematic approach.

The physical-mechanical parameters of the opal-chalcedone material and indexes of its preparation for the main filtering cycle are also specialized. Physicochemical characteristics of opal-chalcedone material: mechanical strength — by 2% and intergranular porosity— by 10% higher than the control sample of quartz sand, which positively affects values of sorting purification: oxidation — by 3 minutes and transparency — by 2%. In comparison with the quartz sand control sample, it was determined the effect of purification of the original water-alcohol mixture with the studied material, which is 97% and indicates the prospect of its use in a coal-cleaning battery.

Organoleptic characteristics improvement, optical density reduction, increase in the difference of oxidation in the water-alcohol mixture after filtration with natural opal-chalcedone material indicate the partial removal of organic micro-impurities, that allows to make a conclusion about necessity to deepen the studies in conditions of production during manufacturing vodka products.

The current state of the liqueur-vodka industry requires economic feasibility, rationality and efficiency of the use of materials. Therefore, the study of the water-alcohol mixture filtration with natural unconventional mineral opal-chalcedone material is a promising direction.

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОПАЛО-ХАЛЦЕДОНОВОГО МАТЕРІАЛУ У ТЕХНОЛОГІЇ ГОРІЛОК

Л. А. Тарасюк, С. І. Олійник, В. Л. Прибильський
Національний університет харчових технологій

У статті запропоновано спосіб удосконалення технології горілок із застосуванням нетрадиційного природного мінерального опало-халцедонового матеріалу та показано актуальність його застосування для фільтрування водно-спиртової суміші.

Показники якості природного мінералу, водно-спиртової суміші до та після її обробки визначено за стандартизованими методиками із застосуванням фізико-хімічних, капілярно-електрофоретичних і спектрометричних методів аналізу, а також узагальнення і порівняння результатів експериментальних досліджень з використанням системного підходу.

Визначено фізико-механічні показники опало-халцедонового матеріалу та параметри його підготовки до основного циклу фільтрування. Фізико-хімічні характеристики опало-халцедонового матеріалу: механічна міцність — на 2% та міжзернова пористість — на 10% є вищою, ніж контрольний зразок кварцового піску, що позитивно позначається на показниках ефективності очищення сортівки: окиснюваності — на 3 хв та прозорості — на 2%. Порівняно з контрольним зразком кварцового піску визначено ефект очищення вихідної водно-спиртової суміші досліджуванним матеріалом, який становить 97% та вказує на перспективність його застосування в умовах вугільно-очисної батареї.

Поліпшення органолептичних показників, зниження оптичної густини, збільшення різниці окиснюваності водно-спиртовій суміші після фільтрування природним мінеральним опало-халцедоновим матеріалом свідчать про часткове видалення органічних мікродомішок, що дає змогу зробити висновок про необхідність поглиблення досліджень у виробничих умовах під час приготування горілчаної продукції.

Сучасний стан лікєро-горілчаної промисловості вимагає економічної доцільності, раціональності та ефективності застосування матеріалів, тому дослідження фільтрування водно-спиртової суміші природним нетрадиційним мінеральним опало-халцедоновим матеріалом є перспективним напрямком.

Ключові слова: лікєро-горілчане виробництво, водно-спиртова суміш, фільтрування, стійкість, ефективність.

Постановка проблеми. Під час виробництва горілок і горілок особливих однією з основних стадій є обробка водно-спиртових сумішей (сортівки) спеціальними фільтрувальними та сорбційними матеріалами, під впливом яких вони набувають характерного горілчаного аромату й смаку.

На лікєро-горілчаних заводах України застосовують різні способи обробки, однак обов'язковим, відповідно до вимог виробничого технологічного

регламенту на виробництво горілок і лікєро-горілочаних напоїв, є динамічний спосіб обробки сортівки на вугільно-очисній батареї.

Сортівка з напірного збірника самопливом надходить послідовно у фільтр попереднього механічного фільтрування, вугільну колонку та фільтр остаточного механічного фільтрування. Фільтри попереднього фільтрування призначені для відокремлення тонкодисперсних часток, які можуть утворюватися під час приготування сортівки та закупорювати пори активного вугілля, яке використовують для очищення водно-спиртових сумішей. За допомогою фільтрів остаточного фільтрування відокремлюють пил і дрібні частки активного вугілля, що утворюються в процесі оброблення та стирання потоком сортівки [1].

На сьогодні на підприємствах лікєро-горілочаної галузі для фільтрування сортівок використовують однопотоківі фільтри, при цьому кварцовий пісок завантажують у три шари [1]. Перевагами застосування кварцового піску є дешевизна матеріалу, малі втрати та відсутність значного стирання матеріалу під час технологічних циклів фільтрування, незначний гідродинамічний спротив і можливість застосування самопливної системи у вугільно-очисній батареї [1].

Кварцовий пісок є природним матеріалом з високим вмістом оксиду кремнію, міжзерновою пористістю та брудомісткістю. Використання кварцового піску для надання горілкам і горілкам особливим кристалєвого блиску обумовлено фізико-хімічними ефектами, що виникають під час контакту сортівки з поверхнею кристалів матеріалу [1; 2]. На лікєро-горілочані заводи України постачається кварцовий пісок, який видобувають з Глуховецького та Вінницького родовищ. Однак характерним для нього є наявність на поверхні значної кількості розчинних сполук кальцію, заліза та марганцю, що потребує значних витрат допоміжних матеріалів на стадії підготовки до завантаження у пісочний фільтр вугільно-очисної батареї.

До матеріалів, які використовують для фільтрування сортівок висуваються особливі вимоги за:

- хімічною стійкістю до вилужування з поверхні силікатів, кальцію, магнію, фосфатів, органічних сполук;
- фракційним складом для створення оптимальних гідродинамічних умов фільтрування, ступенем однорідності, механічної міцності, зольності.

Недоліками застосування кварцового піску є довготривала його підготовка із застосуванням значних витрат розчину соляної кислоти, кількості питної та підготовленої води для промивки від пилоподібних включень, вапнякових і каолінових забруднень. Під час тривалого циклу фільтрування та осідання на поверхні кварцового піску часток активного вугілля, за неритмічної роботи вугільно-очисної батареї та поштовхах потоку рідини є можливим потрапляння значного об'єму пилу в очищену водно-спиртову суміш.

До групи природних матеріалів відносять гірські породи та мінерали, які можуть мати іонообмінні, каталітичні та фільтрувальні властивості. Кремнеземні породи є кварцитами, кварцовими піщаниками та кварцом. Специфічні особливості структури за високого вмісту опалового кремнезему визначають адсорбційні та каталітичні особливості кременевих порід, можливість їх поєднання як фільтрувального, так і адсорбційного матеріалу [3—5].

У зв'язку з цим необхідним є пошук природних нетрадиційних матеріалів для підвищення ефективності технології виробництва горілок та якості готової продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створенню науково-практичних основ фільтрування у технології горілок і горілок особливих присвячені праці зарубіжних і вітчизняних вчених: Л. М. Мельник, В. О. Маринченка, В. П. Ковальчука, І. І. Бурачевського, С. Ю. Макарова, І. Л. Славської, М. В. Emelko, Р. М. Huck та ін., які приділяли особливу увагу пошуку новітніх, ефективних та недороговартісних матеріалів для фільтрування водно-спиртової суміші [1; 7—10].

Основні результати досліджень останніх років показують, що науковці та виробничники зацікавлені у використанні таких природних матеріалів, як гірський криштал, гранат тощо. Використання цих матеріалів забезпечує покращення органолептичних та фізико-хімічних показників якості готової продукції; зменшення витрат на підготовку матеріалу. Однак гірський криштал і гранат є напівкоштовним камінням, поклади яких обмежені, крім того, виробники лікєро-горілкової продукції прагнуть до використання допоміжних матеріалів для комплексного очищення сортівки [11]. Тому розробка і впровадження на вітчизняному ринку нетрадиційних природних мікропористих матеріалів у технології фільтрування водно-спиртової суміші є своєчасним завданням.

Метою дослідження є удосконалення способу очищення сортівки, що сприятиме інтенсифікації технологічного процесу, зменшенню кількості вправного браку та витрат на стадії підготовки, підвищенню якості горілкової продукції.

Матеріали і методи. Як об'єкти досліджень використовували: водно-спиртову суміш, природний опало-халцедоновий мінерал і кварцовий пісок як контрольний зразок.

Природний опало-халцедоновий мінерал являє собою дрібні кристали халцедону, кварцу та природного опалу. Гранулометричний склад матеріалу — від 0,5 мм до 5 мм. Матеріал відносять до мікропористих мінералів з сорбційними властивостями. Форма зерен — обкочена, кутаста, гострокута-ста; поверхня зерен — рівна, гладка, шорстка. Вміст вільного кварцу (незв'язаного SiO_2) в мікропористому мінералі 95,0—99,0% [2—4].

Кварцовий пісок є зернистим матеріалом з шорсткою або гладкою поверхнею, фракційним складом від 0,1 до 10 мм. Частки кварцового піску можуть мати округлу або неправильну голчасту форму, колір — від жовто-сірого до чорного [2—5].

Відповідний природний матеріал завантажували у фільтр і встановлювали швидкість фільтрування від 20 дал/год до 120 дал/год у перерахунку на стандартну вугільно-очисну батарею, яка складається з фільтрів попереднього та остаточного фільтрування та вугільної колони висотою 4 м та діаметром 700 мм.

Дослідження природних матеріалів та водно-спиртової суміші здійснювали за чинними стандартизованими методиками; органолептичним, фізико-хімічним, газохроматографічним, капілярно-електрофоретичним спектро-

фотометричним методами. Застосовували методи моделювання, планування та оброблення результатів.

Викладення основних результатів дослідження. Для встановлення можливості застосування у вугільно-очисній батареї опало-халцедонового матеріалу визначено хімічну стійкість матеріалу до водно-спиртової суміші (табл. 1) та основні фізико-механічні характеристики (табл. 2).

Таблиця 1. Стійкість опало-халцедонового матеріалу до водно-спиртової суміші

Назва показника	Розмір зерен матеріалу, мм	Приріст масової концентрації, мг/дм ³	
		граничне значення	для досліджуваного природного мінералу
Масова концентрація			
силікатів	0,5—1,0	2,0	1,6±0,25
	1,0—2,0		1,0±0,2
	2,0—3,0		0,5±0,1
кальцію, мг/дм ³	0,5—1,0	0,2	0,15±0,02
	1,0—2,0		0,7±0,07
	2,0—3,0		0,3±0,03
фосфатів, мг/дм ³	0,5—1,0	0,1	0,12±0,01
	1,0—2,0		0,5±0,05
	2,0—3,0		0,2±0,02
заліза, мг/дм ³	0,5—1,0	0,1	0,08±0,01
	1,0—2,0		0,05±0,01
	2,0—3,0		0,02±0,005
Сухий залишок, мг/дм ³	0,5—1,0	10	8,0±0,8
	1,0—2,0		5,0±0,5
	2,0—3,0		2,0±0,2

Аналіз даних табл. 1 свідчить, що досліджувані зразки опало-халцедонового матеріалу з розмірами часток 1,0—2,0 мм та 2,0—3,0 мм є стійкими до водно-спиртової суміші та відповідають чинним вимогам до фільтрувальних матеріалів, які можуть використовуватись у технології горілок.

Таблиця 2. Основні фізико-механічні характеристики досліджуваних зразків фільтрувальних матеріалів

Назва показника, одиниця виміру	Значення показника для	
	кварцового піску	опало-халцедонового матеріал
Насипна густина, кг/м ³	1,4—1,6	1,45—1,5
Вологість, %	5—8	5—7
Механічна міцність, %	95±1	97±1
Зольність, %	4±0,4	2±0,2
Міжзернова пористість	45—55	55—65
Коефіцієнт форми зерна, %	1,0—1,2	1,1—1,15
Стиранність, %	0,4±0,1	0,2±0,05

Встановлено, що порівняно з кварцовим піском для опало-халцедонового матеріалу характерна вища однорідність, більш оптимальна міжзернова пористість і коефіцієнт форми зерна, що покращить стабільність потоку рідини під час фільтрування та відсутність каналів у фільтрувальному завантаженні.

Порівняно з контрольним зразком, досліджуваний матеріал має вищу механічну міцність на 2%, а також менші, до 2 разів, зольність і стиранисть, що сприяє ефективнішому експлуатуванню, зменшенню витрат води та водно-спиртової суміші під час підготовчої стадії (рис. 1). При цьому зменшуються витрати розчину соляної кислоти — у 1,7 раза; води на відмивання від розчину кислоти — у 1,25 раза; водно-спиртової суміші для промивки та доведення до стандартизованої після фільтрування — у 1,5 раза. Одержані дані свідчать про забезпечення більш раціонального використання водних ресурсів, підвищення екологічності виробництва за рахунок зменшення витрат соляної кислоти як прекурсору, а також зменшення питомих витрат водно-спиртової суміші та кількості утвореного виправного та невиправного браку.

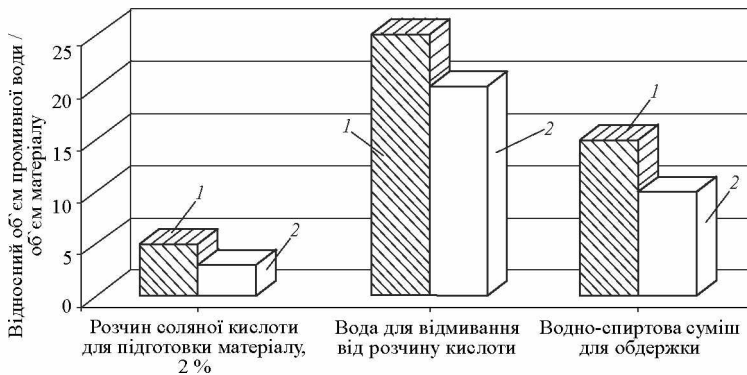


Рис. 1. Оптимальні технологічні параметри підготування

З метою прогнозування стійкості готової продукції визначено фізико-хімічні показники та мікрокомпонентний склад сортівки до та після її фільтрування досліджуваними природними матеріалами (табл. 3—5).

Результати досліджень (табл. 3) опалово-халцедонового мінералу підтверджують його хімічну стійкість, оскільки показник лужності до та після фільтрування не змінюється.

Після фільтрування сортівки природним опало-халцедоновим матеріалом, внаслідок його мікропористості, спостерігається зменшення масової концентрації альдегідів і сивушного масла — на 30% та об'ємної частки метилового спирту на 20%, що позитивно відзначається на якості готової продукції та дегустаційній оцінці готової продукції (табл. 3—5).

У водно-спиртовій суміші не ідентифікованих піків не було виявлено, при цьому концентрація мікродомішок після фільтрування опало-халцедоновим матеріалом (табл. 4) знижувалась для: ацетальдегіду на 10%, 2-пропанолу — 20%, 1-пропанолу — 10%, ізобутанолу — не змінилась. Результати фізико-хімічного та газохроматографічного досліджень (табл. 3, 4) свідчать про зменшення масової концентрації мікродомішок спирту (ацетальдегіду, 2-пропанолу, 1-пропанолу, метанолу), які впливають на загальну дегустаційну оцінку, що є позитивним.

Таблиця 3. Результати фізико-хімічних випробувань сортівки до та після фільтрування

Показник НД та одиниця вимірювання	Вимоги ДСТУ 4256 [26]	Результати випробувань сортівки		
		вихідної	після фільтрування	
			кварцовим піском	опало-халцедоновим матеріалом
1	2	3	4	5
Міцність, %	40±0,3	40,2±0,1	40,18±0,1	40,18±0,1
Лужність — об'єм соляної кислоти с(HCl) = 0,1 моль/дм ³ , витрачений на титрування 100 см ³ горілки, см ³	не більше 3,5	1,2±0,05	1,4±0,05	1,2±0,05
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід у безводному спирті, мг/дм ³	не більше 4,0	1,8±0,15	1,8±0,15	1,5±0,15
Масова концентрація сивушного масла, в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1), у безводному спирті, мг/дм ³	не більше 2,0	0,5±0,15	0,5±0,15	0,2±0,15
Масова концентрація естерів, у перерахунку на оцтово-етиловий естер у безводному спирті, мг/дм ³	не більше 5,0	1,75±0,25	1,95±0,25	1,70±0,25
Об'ємна частка метилового спирту у перерахунку на безводний спирт, %	не більше 0,01	0,005±0,001	0,005±0,001	0,003±0,001

Таблиця 4. Результати газохроматографічних випробувань сортівки до та після фільтрування опало-халцедоновим матеріалом

Масова концентрація, мг/дм ³ б.с.	Результат випробувань сортівки	
	вихідної	після фільтрування
ацетальдегіду	1,5	1,4
2-пропанолу, мг/дм ³ б.с.	0,9	0,7
1-пропанолу, мг/дм ³ б.с.	0,3	0,2
ізобутанолу, мг/дм ³ б.с.	0,2	0,2

Отримані дані (табл. 5) дають змогу визначити найбільш оптимальні швидкості фільтрування опало-халцедоновим матеріалом у перерахунку на стандартну вугільно-очисну батарею. За швидкості від 20 дал/год до 160 дал/год у профільтрованій водно-спиртовій суміші не спостерігається значного збільшення вмісту зольних елементів і переходу кальцію, магнію та хлоридів з поверхні матеріалу у сортівку.

Таблиця 5. Мікроелементний склад та ефективність очищення водно-спиртової суміші опало-халцедоновим матеріалом

Назва зразка	Прозорість, T(λ 364 нм, S 50 мм)	Окиснюваність, хв за температури 20°C	Вміст мікроелементного складу, мг/дм ³					Дегустаційна оцінка, бали
			кальцій та магній	залізо	сульфати	хлориди	силікати	
Граничне значення для сортівок на спирті сорту «Люкс»	98	—	1,2±0,12	0,03±0,003	40	40	3,0	9,2
Вихідна сортівка	92	12	1,0±0,1	0,02±0,002	12	15	2,0	9,2
Сортівка після фільтрування за швидкості, дал/год:								
20	100	+13,5	1,0±0,1	менше 0,005	15±2	15±2	2,5±0,2	9,65
40	100	+13,2	1,0±0,1	менше 0,005	13±1,5	15±2	2,2±0,2	9,6
60	100	+13,2	1,0±0,1	0,005±0,001	12±1,5	15±2	2,0±0,2	9,6
80	100	+13,0	1,0±0,1	0,005±0,001	12±1,5	15±2	2,0±0,2	9,55
100	99	+12,9	1,0±0,1	0,01±0,001	12±1,5	15±2	2,0±0,2	9,5
120	98	+12,7	1,0±0,1	0,01±0,001	12±1,5	15±2	2,0±0,2	9,45
140	97	+12,5	1,0±0,1	0,015±0,002	12±1,5	15±2	2,0±0,2	9,4
160	96	+12,4	1,0±0,1	0,02±0,002	12±1,5	15±2	2,0±0,2	9,3

За мінімальної швидкості фільтрування 20 дал/год, порівняно з вихідною сортівкою, збільшується вміст сульфатів — на 3 мг/дм³, а силікатів — на 0,5 мг/дм³. Дегустаційна оцінка та окиснюваність є найвищими і збільшуються, відповідно, на 0,45 бала та 1,5 хв, що є позитивним.

Під час швидкості фільтрування сортівки 40 дал/год практично не збільшується (у межах похибки методу) вміст сульфатів на 1 мг/дм³, а силікатів — 0,2 мг/дм³ порівняно з вихідною сортівкою. При цьому дегустаційна оцінка є на 0,4 бала вищою порівняно з мінімальним значенням для сортівок на спирті сорту «Люкс». Покращення дегустаційної оцінки підтверджується і збільшенням показника окиснюваності на 1,2 хв.

За швидкості фільтрування 60 дал/год, порівняно з вихідною сортівкою, вміст зольних елементів не змінюється, а дегустаційна оцінка та окиснюваність збільшуються на 0,4 бала та 1,2 хв відповідно.

Після фільтрування сортівки за швидкості 80—100 дал/год вміст у фільтраті: хлоридів, сульфатів та силікатів — не змінюється, заліза — зменшується на 0,015 мг/дм³ та 0,01 мг/дм³ відповідно, при цьому збільшення дегустаційної оцінки становить 0,35 та 0,3 бала відповідно.

Одержані дані підтверджується отриманими результатами прозорості водно-спиртової суміші, яка за швидкостей фільтрування від 20 дал/год до 100 дал/год покращувалась на 7—8%.

За швидкості фільтрування 120—140 дал/год водно-спиртової суміші, порівняно з вихідною сортівкою, вміст хлоридів, сульфатів і силікатів не змінюється, заліза зменшується на 0,01 та 0,005 мг/дм³ відповідно, а покращення дегустаційної оцінки становить 0,25 та 0,2 бала. За швидкості фільтрування 120 дал/год спостерігається зменшення різниці показників прозорості до та після фільтрування водно-спиртової суміші (до 6%) і досягнення нормативного граничного значення.

Під час фільтрування водно-спиртової суміші опало-халцедоновим матеріалом за швидкості 80—140 дал/год покращення показника окиснюваності у профільтрованій сортівці становить 0,7—1,0 хв.

За максимальної швидкості фільтрування сортівки 160 дал/год вміст заліза, хлоридів, сульфатів та силікатів у фільтраті не змінюється, але різниця у дегустаційній оцінці (0,1 бала) та окиснюваності (0,5 хв) є найнижчими порівняно зі швидкостями від 20 дал/год до 140 дал/год.

Висновки

Отже, теоретичні та експериментальні дослідження довели позитивний вплив опало-халцедонового матеріалу під час фільтрування водно-спиртових сумішей лікєро-горілчаного виробництва.

Порівняно з традиційним фільтрувальним матеріалом (кварцовим піском) застосування нетрадиційного опало-халцедонового матеріалу забезпечує зменшення витрати розчину соляної кислоти — у 1,7 раза; води на відмивання від розчину кислоти — у 1,25 раза; водно-спиртової суміші для промивки та доведення до стандартизованої після фільтрування — у 1,5 раза, що покращує екологічність виробництва.

Під час фільтрування природним опало-халцедоновим матеріалом, унаслідок його мікропористості, у сортівці зменшується масова концентрація альдегідів, сивушного масла та об'ємна частка метилового спирту на 20—30%, що позитивно відзначається на якості готової продукції.

Встановлено, що оптимальною швидкістю фільтрування опало-халцедоновим матеріалом є 40—120 дал/год, за якої не спостерігається збільшення мінеральних речовин у профільтрованій водно-спиртовій суміші, при цьому дегустаційна оцінка її збільшується на 0,2—0,4 бала, що позитивно позначається на прозорості, яка не перевищує граничного значення.

Література

1. Бурачевский И. И., Зайнулин Р.А., Кунакова Р. В. Производство водок и ликерводочных изделий. Москва: ДеЛипринг, 2009. 324 с.
2. Ярошевская Н. В., Гончарук В. В., Кармазина Т. В., Сребродольская Е. В., Швиденко О. Г., Каганов В. Я. Сопоставительная оценка халцедона и кварцевого песка как фильтрующих материалов. *Химия и технология воды*. 2006. Т. 28. № 5. С. 472—480.
3. Сивий М. І., Паранько С. І. Географія мінеральних ресурсів України. Львів: Простір М, 2013, 684 с.

4. Spiridonova D. V., Britvin S. N., Krivovichev S. V., Yakovenchuk V. N., Armbruster T. Ti-exchange in zorite and ETS-4. *Minerals as Advanced Materials I* (Ed. S. Krivovichev). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008. P. 65—69.
5. Ivanyuk G. Yu, Yakovenchuk V. N., Pakhomovsky Ya. A. Kovdor. *Laplandia Minerals. Apatity*, 2002. 326 p.
6. Selivanova E. A., Yakovenchuk V. N., Pakhomovsky Ya. A., Ivanyuk G. Yu. Features of Low-Temperature Alteration of Ti- and Nb-Phyllosilicates Under Laboratory Conditions. *Minerals as Advanced Materials I* (Ed. S. Krivovichev). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008. P. 143—151.
7. Манк В. В., Мельник Л. Н. Исследование природных минералов для адсорбционной очистки водно-спиртовых растворов. *Производство спирта и ликероводочных изделий*. 2005. № 1. С. 27—28.
8. Турчун О. В., Нагурна Н. А., Маринченко В. О. Використання нетрадиційного сорбенту для зміни концентрації вищих спиртів у сортівці. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 3(20). С. 47—49.
9. Маринченко В. О., Гівель М. М. Зміна характеру і летких домішок спирту при її адсорбції мінеральними адсорбентами. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Т. 21, № 4. С. 193—197.
10. Маринченко Л. В., Маринченко В. О., Гівель М. М. Дослідження можливості очищення водно-спиртових розчинів від альдегідів та естерів мінеральними адсорбентами. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2017. № 4/11(88). С. 193—197.
11. Иванов С. В., Домарецкий В. А., Прибыльский В. Л. Инновационные технологии продуктов брожения и виноробства: подруч. / за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. К.: НУХТ, 2012. 487 с.