

РОЗДІЛ V. ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 504.5:628.33

DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-154-162

Микола Гомеля, Вероніка Іванова, Інна Трус

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З РОЗВЕДЕНИХ РОЗЧИНІВ ІОНООБМІННИМ МЕТОДОМ

Актуальність теми дослідження. Важливою екологічною проблемою є забруднення поверхневих вод іонами важких металів. Висока токсичність при низьких дозах і здатність до накопичення в живих організмах пояснює зростаючу потребу в корекції змісту металів у стоках згідно з всевітніми нормами. Викликає інтерес метод іонного обміну.

Постановка проблеми. Актуальними стають проблеми забруднення природних вод, зростання об'ємів стічних вод і пошук ефективних методів їх очищення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досліджено процеси сорбції іонів міді із концентраціями 1–2 мг/дм³ на катіоніті КУ-2-8. Селективність катіоніту по іонах міді при низьких її концентраціях близька до селективності по іонах жорсткості.

При використанні модифікованих іонообмінних матеріалів сполуками марганцю та заліза було досягнуто підвищення ефективності вилучення іонів важких металів із води.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Не можливо дати оцінку ефективності вилучення з води іонним обміном іонів важких металів при концентраціях, нижчих 1 мг/дм³.

Постановка завдання. Вивчення процесів сорбції іонів міді та свинцю на катіонітах, а також використання фільтрів змішаної дії.

Виклад основного матеріалу. Ефективність очищення води знижувалася при зменшенні вихідної концентрації металу.

Запропоновано використання фільтрів змішаної дії. Встановлено, що при концентрації іонів міді 10⁻² мг/дм³ мідь не сорбувалася навіть при використанні фільтрів змішаної дії.

Встановлено, що іони свинцю практично повністю вилучаються на сильнокислотному катіоніті при концентраціях менше 0,1 мг/дм³. Регенерацію слід проводити 2М розчином соляної кислоти. Ефективність десорбції іонів свинцю досягає 100 %. Ступінь десорбції іонів міді в окремих випадках досягає приблизно 90 %.

Висновки. Задовільні результати по концентруванню сильно розведених розчинів іонів міді можна отримати при концентрації іонів міді до 1 мг/дм³.

При використанні фільтрів змішаної дії мідь можна вилучити з розчинів концентрацією до 0,1 мг/дм³.

Встановлено, що іони свинцю ефективно вилучаються із надрозведених водних розчинів при концентраціях менше 1 мг/дм³.

Ключові слова: важкі метали; іонний обмін; сорбція; регенерація іоніту; фільтр змішаної дії.

Рис.: 5. Бібл.: 13.

Вступ. За сучасних глобальних масштабів втручання людини у біогеохімічні цикли важких металів відбувається розширення меж забруднення токсикантами, накопичення їх у природних водних об'єктах до небезпечних концентрацій і, як наслідок, збільшення ризику отруєння людини.

Водні ресурси України є обмеженими і дуже нерівномірно розподіленими за територією. Запаси водних ресурсів в Україні на одного мешканця становлять 1,7 тис. м³ на рік, що ставить її поряд із найменш забезпеченими водою країнами Європи. До того ж різко погіршується якість води деяких джерел водопостачання в результаті їх забруднення стічними водами.

Необхідність здійснення екологічного контролю вмісту важких металів у воді питній, декларується документами Всесвітньої організації охорони здоров'я, вітчизняними нормативами, згідно з якими постало завдання контролювати такі небезпечні токсиканти, як Pb, Cd, Cu, Zn, Hg, As, Ni, Co та інші на межі 5·10⁻⁴ мг/дм³ [1].

Тому надійний контроль вмісту важких металів у воді є актуальною проблемою, так само як і визначення ефективності відомих методів очищення води при низьких концентраціях іонів важких металів.

Постановка проблеми. Важливою екологічною проблемою є забруднення поверхневих вод іонами важких металів, токсичний вплив яких на живі організми призводить до порушення протікання ферментативних реакцій. Стічні води електрохімічних

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

виробництв, наявних практично на кожному підприємстві машино- і приладобудування, – основне джерело надходження важких металів у водойми.

Значною мірою на надходження важких металів у водойми, разом з іншими промисловими підприємствами, впливають атомні електростанції [2; 3]. Ці промислові об'єкти характеризуються високим рівнем теплового забруднення та великими об'ємами стічних вод, що скидаються у водойми. Так, Запорізька атомна електростанція скидає щосекунди 10 м³ води в Дніпро, що сягає приблизно 800 000 м³/добу. При цьому вміст іонів міді у таких стоках досягає 20...100 мкг/дм³.

Мідь входить до найбільш небезпечних забруднювачів навколишнього середовища [4]. Найбільший токсичний ефект вона надає на водні організми та екосистеми, що означає низьке значення гранично-допустимої концентрації цієї речовини у воді [5]. При збільшенні концентрації міді до 0,01 мг/дм³ гальмуються процеси самоочищення водойм. При концентрації 0,4...0,5 мг/дм³ мідь згубно діє на мікрофлору, затримує розмноження організмів, амоніфікацію і нітрифікацію стічних вод. При концентрації міді 1,0 мг/дм³ помітно гальмуються процеси аеробного очищення стічних вод активним мулом (одна із стадій очищення вод системи міськводоканалів), зменшується кількість окисленого азоту у стічних водах, затримується утворення активного мулу [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні невідомі ефективні методи очищення води від іонів важких металів при таких низьких концентраціях у присутності іонів жорсткості.

Як показано авторами роботи [7], селективність катіоніту КУ-2-8 по іонах міді при низьких її концентраціях близька до селективності по іонах жорсткості. Тому при сорбції міді із стічних або природних вод із жорсткістю 4...18 мг-екв/дм³ при концентрації міді 1...2 мг/дм³ ємність іоніту по міді приблизно в стільки разів менша, як її концентрація щодо концентрації іонів жорсткості. Тобто без повного пом'якшення води неможливе глибоке очищення води від іонів міді іонообмінним методом. Це справедливо і щодо слабокислотних катіонітів [8]. Тому пропонують [9] організувати замкнуті цикли в гальванічних виробництвах без скиду стічних вод.

Разом з тим при використанні модифікованих іонообмінних матеріалів сполуками марганцю та заліза [10] було досягнуто підвищення ефективності вилучення іонів важких металів із води. Крім того, коли ємність іоніту не вичерпано при сорбції інших домінуючих іонів (наприклад, іонів жорсткості), іоніти досить ефективно сорбують іони важких металів навіть при невисоких концентраціях. Це стосується як сильно-, так і слабокислотних катіонітів. А слабокислотні катіоніти мають високу ємність по двозарядних катіонах навіть при високих концентраціях конкуруючих однозарядних іонів [11]. Тому іонообмінні методи широко використовуються як у процесах глибокого пом'якшення, так і у процесах практично повної деіонізації води. Перспективні дані методи і при концентруванні іонів та солей в аналітичних методах, при добуванні рідкісних металів.

Невирішеною частиною загальної проблеми є неможливість дати оцінку ефективності вилучення з води іонним обміном іонів важких металів при концентраціях, нижчих 1 мг/дм³ (на рівні та нижче рівня їх ГДК у природних водах). А це дуже важливо, враховуючи концентрування важких металів у трофічних ланцюгах у природних водоймах та різне підвищення їх концентрації при евтрофікації водойм [12]. Враховуючи цю ситуацію, досить перспективним є визначення межі ефективності іонообмінного очищення від іонів важких металів як одного із найефективніших методів деіонізації води.

Мета дослідження. Метою роботи є визначення ефективності іонообмінних смол при сорбції катіонів важких металів з сильно розведених розчинів. Для цього вирішувались такі завдання:

– вивчення процесів сорбції іонів міді ($1 \cdot 10^{-1}$ – $1 \cdot 10^{-6}$ мг/дм³) на сильно- та слабокислотних катіонітах із дистильованої та водопровідної води, оцінка ефективності фільтрів змішаної дії при вилученні іонів міді з води;

– дослідження процесів катіонообмінного вилучення іонів свинцю ($0,01\text{--}100\text{ мкг/дм}^3$) із водопровідної та дистильованої води на слабо- та сильнокислотних катіонітах, визначення ефективності десорбції іонів свинцю з катіонітів при використанні розчинів соляної кислоти;

– оцінка перспективності іонообмінних методів у процесах концентрування іонів важких металів із сильно розведених розчинів

Матеріали та методи дослідження. Як іонообмінні матеріали використовувалися слабокислотний катіоніт DOWEX MAC-3, сильнокислотний катіоніт КУ-2-8, високоосновний аніоніт АВ-17-8. Катіоніти використовувалися в H^+ - та Na^+ -формах, аніоніт – в OH^- -формі. Як модельні розчини використовувалися розчини сульфату міді та нітрату свинцю з концентраціями по іонах важких металів від $1 \cdot 10^{-2}\text{--}1 \cdot 10^{-3}\text{ мкг/дм}^3$ у дистильованій та водопровідній воді.

Характеристики водопровідної води: $\text{Ж} = 4,8\text{--}5,2\text{ мг-екв/дм}^3$, $\text{C}_{\text{Ca}^{2+}} = 3,6\text{--}4,0\text{ мг-екв/дм}^3$, $\text{L} = 4,7\text{--}5,2\text{ мг-екв/дм}^3$, $\text{C}_{\text{Cl}^-} = 37\text{--}50\text{ мг/дм}^3$, $\text{C}_{\text{SO}_4^{2-}} = 47\text{--}65\text{ мг/дм}^3$, $\text{pH} = 7,10\text{--}7,57$.

Концентрації іонів міді та свинцю визначали методом інверсійної хронопотенціометрії за методикою, описаною в роботі [13]. Цей метод аналізу забезпечував точність визначення міді та свинцю на рівні 10^{-6} мг/дм^3 (10^{-3} мкг/дм^3).

Сорбцію проводили в динамічних умовах. Об'єм іоніту $10\text{--}20\text{ см}^3$. Колонка діаметром 2 см. Витрата розчину при сорбції $10\text{--}15\text{ см}^3/\text{хв}$, при регенерації $1\text{--}2\text{ см}^3/\text{хв}$. Регенерацію проводили розчином 2М соляної кислоти.

Результати досліджень по видаленню іонів міді (II) та свинцю (II) іонообмінним методом. Сильно- та слабокислотні катіоніти сорбують іони важких металів в присутності іонів жорсткості. Але ємність катіонітів за іонами важких металів знижується з підвищенням концентрації конкуруючих іонів – кальцію і магнію. Проте і при незначних концентраціях іонів міді вони сорбуються у присутності іонів жорсткості у пропорційній кількості з останніми [8; 9]. При цьому, за невеликих об'ємів профільтрованих через іоніти розчинів, коли ємність іоніту по сумарній кількості катіонів вичерпана частково, вони можуть сорбуватись з розчинів практично до вичерпання ємності іоніту. Однак, як показали проведені дослідження (рис. 1), на першому етапі сорбції ($V_{\text{фільтрату}} = 0,6\text{--}1,8\text{ дм}^3$) на слабокислотному катіоніті DOWEX MAC-3 в H^+ -формі ($V_i = 20\text{ см}^3$) відбувається зниження концентрації іонів міді з $0,1\text{--}0,2\text{ мг/дм}^3$ до $(1,6\text{--}9,4) \cdot 10^{-3}\text{ мг/дм}^3$ при одночасному зменшенні жорсткості розчину з $4,8\text{ мг-екв/дм}^3$ до $0,40\text{--}0,46\text{ мг-екв/дм}^3$ (рис. 1).

На сильнокислотному катіоніті КУ-2-8 за тих же умов концентрація міді знизилась до $(2,8\text{--}22,0) \cdot 10^{-3}\text{ мг/дм}^3$, а жорсткість знизилась до $0,08\text{--}0,10\text{ мг-екв/дм}^3$. Обумовлено це селективністю іоніту по даних іонах, вихідною концентрацією іонів, зниженням pH середовища до $3,00\text{--}3,14$ та конкуруючою сорбцією іонів жорсткості.

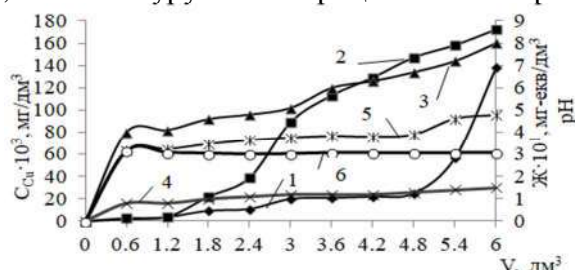


Рис. 1. Залежність концентрації іонів міді (1; 2), жорсткості (3; 4) та pH (5; 6) розчину сульфату міді у водопровідній воді ($[\text{Cu}^{2+}]$, мг/дм^3 : $0,138$ (1; 3; 5); $0,172$ (2; 4; 6), $\text{Ж} = 4,8\text{ мг-екв/дм}^3$) від об'єму пропущеного розчину через катіоніти DOWEX MAC-3 (1; 3; 5) та КУ-2-8 (2; 4; 6) в H^+ -формі ($V_i = 20\text{ см}^3$) ($\text{ОДЄ}_1 = 32\text{ мг/дм}^3$; $\text{ОДЄ}_2 = 25,3\text{ мг/дм}^3$; $\text{ОДЄ}_3 = 1269,6\text{ мг-екв/дм}^3$; $\text{ОДЄ}_4 = 1405,5\text{ мг-екв/дм}^3$)

Цими експериментами доведено, що проскок по іонах міді на катіоніті DOWEX MAC-3, рівній початковій концентрації даних іонів в розчині, наступив при фільтруванні всього 6,0 дм³ води при заповненні катіонами всього 31,5 % ємності іоніту. На КУ-2-8 іони міді проходили через катіоніт без сорбції при пропусканні також 6,0 літрів розчину при заповненні катіонами приблизно 58 % ємності катіоніту. Очевидно, що ефективність вилучення катіонів міді в такому випадку залежить як від кінетичних, так і термодинамічних факторів. Так, при вихідній концентрації міді 0,331...1,569 мкг/дм³ при сорбції на катіоніті DOWEX MAC-3 в H⁺- та Na⁺-формі з водопровідної та дистильованої води обмінна динамічна ємність по міді була всього 2,5·10⁻⁶...2,14·10⁻³ мг/дм³ при заповненні ємності іоніту до 15 % (рис. 2).

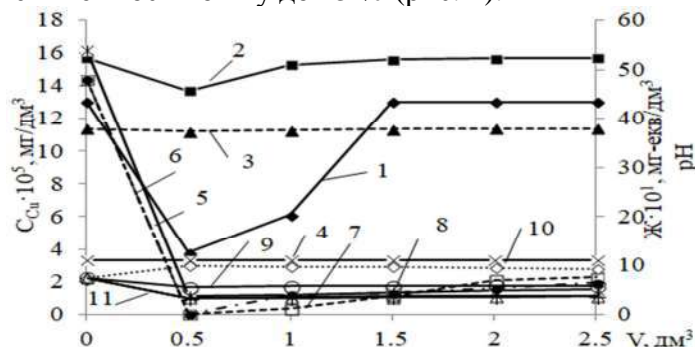


Рис. 2. Залежність вихідних значень концентрації іонів міді (1; 2; 3; 4), жорсткості (5; 6; 7) та pH (8; 9; 10; 11) розчинів сульфату міді у водопровідній (1; 2; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 11) та дистильованій (2; 9) воді від пропущених об'ємів розчинів через катіоніт DOWEX MAC-3 ($V_i = 20 \text{ см}^3$) в H⁺- (1; 2; 4; 5; 7; 8; 9; 11) та Na⁺-формі (3; 10) ($ОДЄ_1 = 2,14 \cdot 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$; $ОДЄ_2 = 6,15 \cdot 10^{-4} \text{ мг/дм}^3$; $ОДЄ_3 = 8,25 \cdot 10^{-5} \text{ мг/дм}^3$; $ОДЄ_4 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ мг/дм}^3$; $ОДЄ_5 = 619,5 \text{ мг-екв/дм}^3$; $ОДЄ_6 = 550 \text{ мг-екв/дм}^3$; $ОДЄ_7 = 551 \text{ мг-екв/дм}^3$)

Найнижчі значення ємності іоніту були при вихідній концентрації 0,3 мкг/дм³, а також при сорбції на катіоніті в Na⁺-формі. Очевидно, що за концентрації іонів міді у воді приблизно 0,3 мкг/дм³ сорбція практично не проходить, так як даний вміст відповідає рівноважній концентрації міді в розчині для іонітів з карбоксильними групами.

Не сорбується мідь також і на катіоніті в Na⁺-формі через відносно вищу селективність катіоніту по іонам Na⁺ в порівнянні з іонами H⁺ та низьку концентрацію іонів Cu²⁺ у воді. Дифузійний фактор тут мало впливає на процес обміну, тому що в статичних умовах при часі контакту розчину з іонітом отримано подібні результати [9].

Практично не відбувалась сорбція іонів міді на катіоніті в кислій формі із дистильованої води при концентрації 1,569 мкг/дм³ через зниження ємності катіоніту в кислому середовищі. Хоча в даному випадку через низьку сорбцію іонів міді підкислення розчину майже не спостерігалось (рис. 2, крива 9). pH сягало 5,52–5,83. Підкислення розчинів міді у водопровідній воді відбувалось за рахунок сорбції іонів жорсткості із води (рис. 2, крива 8, 11).

Слід відмітити, що використані концентрації іонів міді $(3,31\text{--}13,02) \cdot 10^{-5} \text{ мг/дм}^3$, або $(1,04\text{--}4,10) \cdot 10^{-9} \text{ г-екв/дм}^3$ на 2 порядки нижчі, ніж концентрація протонів у дистильованій воді. Тому концентраційний фактор в даному випадку сприяє скоріше десорбції іонів міді, як їх сорбції. Ще нижчою є сорбційна ємність катіоніту КУ-2-8 по іонах міді в порівнянні з DOWEX MAC-3 при сорбції із сильно розведених розчинів. Так, при концентрації $(1,302\text{--}1,569) \cdot 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$ іони міді практично не сорбуються на катіоніті в H⁺- та Na⁺- формі як з дистильованої, так і з водопровідної води. При цьому при сорбції іонів міді з дистильованої води на катіоніті в H⁺-формі зниження pH з 7,36 до 5,25–5,74 відбувається за рахунок сорбції залишків іонів жорсткості в дистильованій воді.

При десорбції іонів міді з катіонітів КУ-2-8 та DOWEX MAC-3 використовувався розчин 2М соляної кислоти. В даному випадку концентрація кислоти вибиралася виходячи з того, що саме розчини HCl такої концентрації використовується при проведенні аналізу на приладі М – ХА1000–5.

В цілому, не дивлячись на мізерні кількості сорбованої міді, її десорбція проходить досить ефективно. При питомій витраті регенераційного розчину $3,5 \text{ см}^3/\text{см}^3$ ступінь десорбції міді з катіоніту DOWEX MAC–3 досягає 92,37 %, з катіоніту КУ-2-8 – 91,68 %.

Таким чином, лімітуючим фактором для застосування іонного обміну при концентруванні іонів міді з розведених розчинів є низька ефективність сорбції.

Виходячи із відомої інформації про високу ефективність фільтрів змішаної дії при глибокій деіонізації, було вивчено процеси вилучення іонів міді з води при використанні суміші катіоніту КУ-2-8 в кислій формі та аніоніту АВ-17-8 в основній формі (рис. 3).

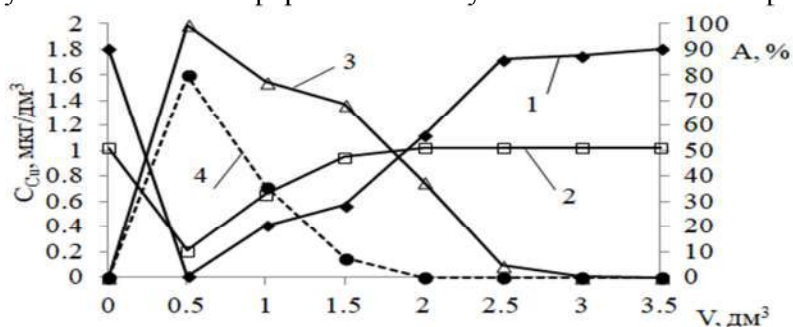


Рис. 3. Залежність концентрації (1; 2) та ступеню вилучення (3; 4) іонів міді із води від пропущеного об'єму розчинів з концентрацією $1,800 \text{ мкг/дм}^3$ (1; 3) та $1,025 \text{ мкг/дм}^3$ (2; 4) через фільтри змішаної дії із об'ємом катіоніту КУ-2-8 в H^+ -формі та аніоніту АВ-17-8 в OH^- -формі, см^3 : 30:40 (1; 3); 20:30 (2; 4)

При концентрації іонів міді на рівні приблизно $1 \dots 2 \text{ мкг/дм}^3$ лише в перших пробах відмічається суттєве зниження вмісту іонів міді у воді (рис.4). Тільки в одній пробі концентрація іонів міді знижується до $0,007 \text{ мкг/дм}^3$ ($7,0 \cdot 10^{-6} \text{ мкг/дм}^3$). При цьому ефективність вилучення іонів міді в значній мірі залежить від об'єму фільтруючого завантаження. Кращі результати отримано при об'ємі завантаження 70 см^3 , в порівнянні із завантаженням об'ємом 50 см^3 . Так, при концентрації іонів свинцю $214,5 \text{ мкг/дм}^3$ при відборі $5,0 \text{ дм}^3$ фільтрату ($V_i = 20 \text{ см}^3$) проскок іонів свинцю спостерігається на рівні $6 \dots 12 \text{ мкг/дм}^3$ і знаходиться в межах похибки аналізу [13].

При вихідній концентрації іонів свинцю $0,026 \text{ мкг/дм}^3$ ($2,6 \cdot 10^{-5} \text{ мкг/дм}^3$) проскок свинцю сягає $1,1 \dots 1,8 \text{ мкг/дм}^3$ і також знаходиться в межах похибки аналізу. Ще кращі результати отримані при використанні катіоніту КУ-2-8 в Na^+ -формі (рис. 4).

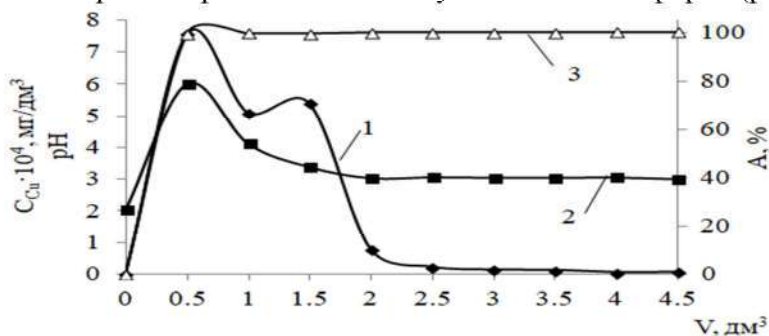


Рис. 4. Залежність концентрації іонів свинцю (1), рН середовища (2) та ступеню вилучення іонів свинцю (3) від пропущеного об'єму розчину нітрату свинцю ($[\text{Pb}^{2+}] = 0,111 \text{ мкг/дм}^3$) в дистильованій воді через катіоніт КУ-2-8 в Na^+ -формі ($V_i = 10 \text{ см}^3$) ($\text{ОДС} = 50 \text{ мкг/дм}^3$)

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

У цьому випадку при вихідній концентрації 111 мкг/дм^3 вміст іонів свинцю в першій пробі фільтрату сягає $0,756 \text{ мкг/дм}^3$ (ступінь вилучення $99,30\%$) і далі знижується до $(5...6) \cdot 10^{-3} \text{ мкг/дм}^3$ при збільшенні об'єму фільтрату до $4,0...4,5 \text{ дм}^3$ при об'ємі іоніту всього 10 см^3 . Ступінь вилучення при цьому зростає до $99,99\%$.

При вивченні десорбції іонів свинцю із слабокислотного катіоніту виявлено цікаву особливість (рис. 5).

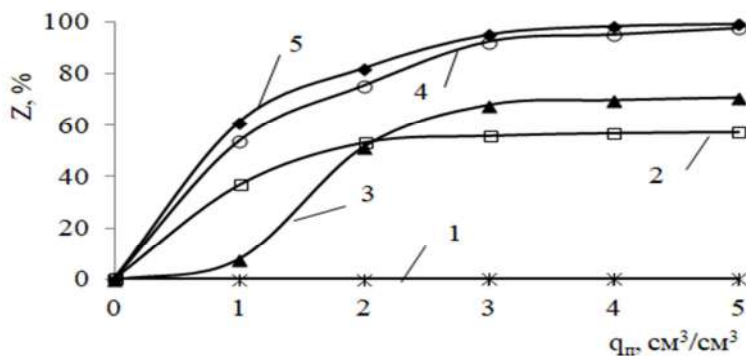


Рис. 5. Залежність ступеню десорбції іонів свинцю з катіонітів КУ-2-8 (1) та DOWEX MAC-3 (2; 3; 4; 5) від питомої витрати 2М розчину НСІ ($\text{см}^3/\text{см}^3$) при масі сорбованих іонів (мг) на 20 см^3 іоніту: 1,00 (1); 1,072 (2); 0,994 (3); 0,0013 (4); 0,000124 (5)

Незважаючи на дуже незначні кількості сорбованого свинцю на катіоніті $0,0062...53,600 \text{ мг/дм}^3$, при використанні розчинів 2М НСІ ефективність десорбції зростає із зменшенням маси сорбованого свинцю. Якщо при зниженні маси сорбованого свинцю з $53,6$ до $4,97 \text{ мг/дм}^3$ ступінь десорбції при питомій витраті розчину кислоти $5 \text{ см}^3/\text{см}^3$ зростає з 57 до 71% , то при масі сорбованого свинцю $0,065 \text{ мг/дм}^3$ ступінь десорбції зростає до 97% за тих же умов, а при масі сорбованого свинцю $0,0062 \text{ мг/дм}^3$ – до 99% .

Із сильнокислотного катіоніту при використанні 2М розчину НСІ десорбція іонів свинцю при масі сорбованих іонів 50 мг/дм^3 практично не відбувалася. Це говорить про досить високу селективність катіоніту із сульфонатними групами по іонах свинцю.

Висновки.

1. Таким чином, розглянуто та досліджено процеси сорбції та десорбції іонів міді на сильно- та слабокислотних катіонітах із сильно розведених розчинів. На сильнокислотних катіонітах мідь практично не сорбується з розчинів з концентрацією іонів міді $\leq 1 \text{ мкг/дм}^3$, на слабокислотних катіонітах з розчинів з концентрацією $\leq 0,1 \text{ мкг/дм}^3$. Мінімальна концентрація іонів міді після фільтрів змішаної дії сягає 10^{-2} мкг/дм^3 .

2. Встановлено, що іони свинцю ефективно вилучаються із надрозведених водних розчинів при концентраціях менше 1 мкг/дм^3 . Краще відбувається сорбція іонів свинцю на сильнокислотних катіонітах. При використанні розчинів 2М НСІ ступінь їх десорбції із слабокислотного катіоніту зростає із зменшенням маси сорбованого свинцю.

3. Показано, що слабокислотні катіоніти забезпечують ефективне концентрування іонів свинцю із надрозведених розчинів. Застосування катіонітів для концентрування іонів міді доцільно при її мінімальних концентраціях $1,01...1,00 \text{ мкг/дм}^3$.

Виходячи із даних результатів, можна сказати, що слабокислотні катіоніти будуть ефективні при концентруванні свинцю з надрозведених розчинів з використанням стадій сорбції та десорбції. Сильнокислотні катіоніти краще використовувати при вилученні іонів свинцю із води.

Список використаних джерел

1. *Екологічна безпека водних екосистем і моніторинг якості води* : навч. посіб. / М. Д. Гомеля, Т. О. Шаблій, В. А. Копілевич та ін. ; під заг. ред. М. Д. Гомеля. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2013. – С. 143.
2. *Трохименко Г. Г.* Визначення ступеню кумуляції важких металів у гідробіонтах Бузького лиману / Г. Г. Трохименко, Н. В. Циганюк // *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування*. – 2015. – № 4. – С. 98–105.
3. *Progress in Chemical-Looping Combustion and Reforming technologies* / J. Adanez, A. Abad, F. G. Labiano, P. Gayan, L. F. Diego // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2012. – Vol. 38. – №. 2. – Pp. 215–282.
4. *Ивантер Э. В.* Экологическая токсикология природных популяций / Э. В. Ивантер, Н. В. Медведев. – М. : Наука, 2007. – 229 с.
5. *Исидоров В. А.* Введение в химическую экотоксикологию / В. А. Исидоров. – СПб. : Химиздат, 1999. – 144 с.
6. *Вредные химические вещества в промышленности* : справочник : в 3 т. Т. 3 / под ред. Н. В. Лазарева и Э.Н. Левиной. – Л. : Химия, 1976. – 608 с.
7. *Ahmad, A.* Removal of Cu (II) and Pb (II) ions from aqueous solutions by adsorption on sawdust of Meranti wood / A. Ahmad, M. Rafatullah, O. Sulaiman, M. H. Ibrahim, Y. Y. Chii, V. M. Siddique // *Desalination*. – 2009. – № 250. – Pp. 300–310.
8. *Малін В. П.* Ефективність застосування катіоніту КУ–2–8 при вилученні іонів міді з води в присутності іонів жорсткості / В. П. Малін, М. Д. Гомеля, В. М. Галімова // *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки* : науково-технічний збірник. – 2016. – Вип. 26. – С. 45–54.
9. *Гомеля М. Д.* Вилучення іонів міді з води із застосуванням слабокислотного катіоніту DOWEX MAC–3 / М. Д. Гомеля, В. П. Малін, О. В. Глушко // *Вісник НТУУ «КПІ», серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження»*. – 2016. – № 1 (15). – С. 60–65.
10. *Fu F.* Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review / F. Fu, Q. Wang // *Journal of Environmental Management*. – 2011. – № 92. – Pp. 407–418.
11. *Barakat M.* New trends in removing heavy metals from industrial wastewater / M. A. Barakat // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2011. – № 4. – Pp. 361–377.
12. *Шумилова А. А.* Исследование влияния эвтрофикации на повторное загрязнение Бугского лимана тяжелыми металлами / А. А. Шумилова, А. Г. Трохименко // *Вісник Національного університету кораблебудування*. – 2012. – № 1 – С. 56–62.
13. *Определение тяжелых металлов в водных экосистемах методом инверсионной хронопотенциометрии* / И. В. Суровцев, В. М. Галімова, В. М. Манк, В. А. Копілевич // *Химия и технология воды*. – 2009. – Т. 31, № 6. – С. 677–687.

References

1. Homelia, M.D. (ed.), Shablii, T.O., Kopilevych, V.A., Halimova, V.M., Lavryk, R.V., Surovtsev, I.V. (2013). *Ekolohichna bezpeka vodnykh ekosystem i monitorynh yakosti vody* [Environmental safety of water ecosystems and monitoring of water quality]. Kyiv: Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy, pp. 143–144 (in Ukrainian).
2. Trokhymenko, H.H., Tsyhaniuk, N.V. (2015). *Vyznachennia stupeniu kumulatsii vazhkykh metaliv u hidrobiontakh Buzkoho lymanu* [Determination of the degree of cumulation of heavy metals in hydrobionts of the Bug estuary]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho universytetu korablebuduvannia – Collection of scientific works of the National University of Shipbuilding*, no. 4, pp. 98–105 (in Ukrainian).
3. Adanez, J., Abad, A., Labiano, F. G., Gayan, P., Diego, L. F. (2012). *Progress in Chemical-Looping Combustion and Reforming technologies*. *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 38 (2), pp. 215–282.
4. Ivanter, E.V. (2007). *Ekologicheskaya toksikologiya prirodnykh populyatsiy* [Ecological Toxicology of Natural Populations]. Moscow: Nauka (in Russian).
5. Isidorov, V.A. (1999). *Vvedenie v khimicheskuyu ekotoksikologiyu* [Introduction to chemical ecotoxicology]. St. Petersburg: Khimizdat (in Russian).
6. Lazarev, N. V., Levina, E.N. (eds.) (1976). *Vrednye khimicheskie veshchestva v promyshlennosti* [Harmful chemicals in industry]. Vols. 1-3. Vol 3. Lningrad: Khimiia (in Russian).

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

7. Ahmad, A., Rafatullah, M., Sulaiman, O., Ibrahim, M. H., Chii, Y.Y., Siddique, B. M. (2009). Removal of Cu (II) and Pb (II) ions from aqueous solutions by adsorption on sawdust of Meranti wood. *Desalination*, no. 250, pp. 300–310.

8. Malin, V.P., Homelia, M.D., Halimova, V.M. (2016). Efektyvnist zastosuvannya kationitu KU–2–8 pry vyluchenni ioniv midi z vody v prysutnosti ioniv zhorstkosti [Efficiency of application of cation exchanger KY-2-8 at removal of copper ions from water in the presence of rigidity ions]. *Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliki – Problems of water supply, drainage and hydraulics*, no. 26, pp. 45–54 (in Ukrainian).

9. Homelia, M.D., Malin, V.P., Hlushko, O.V. (2016). Vyluchennia ioniv midi z vody iz zastosuvanniam slabokyslotnoho kationitu DOWEX MAC–3 [Removal of copper ions from water using weakly acidic cation exchanger DOWEX MAC-3]. *Visnyk NTUU «KPI», serii «Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozberzhennia» – Bulletin of NTUU "KPI", series "Chemical Engineering, Ecology and Resource Conservation"*, vol. 1 (15), pp. 60–65 (in Ukrainian).

10. Fu, F., Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*, no. 92, pp. 407–418.

11. Barakat, M. (2011). New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*, no. 4, pp. 361–377.

12. Shumylova, A.A., Trokhymenko, A.H. (2012). Yssledovanye vliyaniya evtrofykatsyy na povtornoie zahriaznenye Buhskoho lymana tiazhelymy metallamy [Investigation of the effect of eutrophication on re-contamination of the Bug estuary with heavy metals]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu korablebuduvannia – Collection of scientific works of the National University of Shipbuilding*, no. 1, pp. 56–62 (in Russian).

13. Surovtsev, I.V., Galimova, V.M., Mank, V.M., Kopilevich, V.A. (2009). Opreделение tyazhelykh metallov v vodnykh ekosistemakh metodom inversionnoy hronopotentsiometrii [Determination of heavy metals in aquatic ecosystems by inversion chronopotentiometry], *Khimiia i tekhnologiia vody – Water chemistry and technology*, vol. 31 (6), pp. 677–687 (in Russian).

UDC 504.5:628.33

Nikolai Gomelya, Veronika Ivanova, Inna Trus

EFFICIENCY OF EXTRACTION HEAVY METAL IONS FROM DILUTED SOLUTIONS BY ION-EXCHANGE METHODS

Urgency of the research. An important environmental problem is the pollution of surface water by heavy metal ions. High toxicity at low doses and the ability to accumulate in living organisms explains the growing need for correction of the content of metals in wastewater in accordance with worldwide standards. The method of ion exchange is of interest.

Target setting. Problems of contamination of natural waters, increase of volumes of sewage and search of effective methods of their clearing become actual.

Actual scientific researches and issues analysis. The copper ion sorption processes with concentrations 1–2 mg/dm³ on cation exchange KU-2-8 have been investigated. The selectivity of cation exchange on copper ions at low concentrations is close to the selectivity of ions of rigidity.

With the use of modified ion-exchange materials with manganese and iron compounds, an increase in the efficiency of extraction of heavy metal ions from water was achieved.

Uninvestigated parts of general matters defining is the impossibility of assessing the efficiency of extraction from the water by ion exchange of heavy metal ions at concentrations below 1 mg/dm³.

The research objective was to study sorption processes of copper ions and lead on cation exchangers, as well as use of mixed-action filters.

The statement of basic materials. The effectiveness of water purification decreased with a decrease in the initial concentration of metal.

The use of mixed-action filters is proposed. It was established that at copper ion concentration of 10⁻² µg/dm³ the copper was not absorbed even with the use of mixed-action filters.

It is established that lead ions are practically completely removed on strongly acidic cationite at concentrations less than 0.1 µg/dm³. Regeneration should be done with a 2M solution of hydrochloric acid. The efficiency of desorption of lead ions reaches 100%. The degree of desorption of copper ions in some cases reaches approximately 90%.

Conclusions. Satisfactory results on the concentration of strongly diluted solutions of copper ions can be obtained at a concentration of copper ions up to 1 µg/dm³.

When using mixed-action filters copper can be removed from solutions at a concentration of 0.1 µg/dm³.

It has been established that lead ions are effectively removed from diluted aqueous solutions at concentrations less than 1 µg/dm³.

Key words: heavy metals; ion exchange; sorption; ion exchange regeneration; mixed action filter.

Fig.: 5. Bibl.: 13.

УДК 504.5:628.33

Николай Гомеля, Вероника Иванова, Инна Трус

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
ИЗ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ИОНООБМЕННЫМ МЕТОДОМ**

Исследованы процессы ионообменного извлечения ионов тяжелых металлов на слабо- и сильнокислотных катионитах. При концентрациях ионов меди ниже $0,1 \text{ мкг/дм}^3$ их сорбция не происходит на слабокислотных катионитах и при концентрациях на уровне 1 мкг/дм^3 на сильнокислотном катионите КУ-2-8. При концентрации меди 10^{-2} мкг/дм^3 медь не сорбируется при использовании фильтров смешанного действия. Достигается практически полное извлечение свинца на сильно- и слабокислотных катионитах независимо от концентраций исходных растворов. При удалении ионов свинца степень извлечения увеличивается. При использовании 2М раствора соляной кислоты эффективность десорбции ионов свинца достигает 100 %. Степень десорбции ионов меди достигает примерно 90 %.

Ключевые слова: тяжелые металлы; ионный обмен; сорбция; регенерация ионита; фильтр смешанного действия.

Рис.: 5. Библ.: 13.

Гомеля Микола Дмитрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та технології рослинних полімерів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Гомеля Николай Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и технологии растительных полимеров, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Gomelya Nikolai – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of ecology and technology of plant polymers, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Peremohy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: m.gomelya@kpi.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1165-7545>

SCOPUS Author ID: 6507653734

Иванова Вероника Петрівна – інженер хімік-технолог, кафедра екології та технології рослинних полімерів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Иванова Вероника Петровна – инженер химик-технолог, кафедра экологии и технологии растительных полимеров, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Ivanova Veronika – Engineer chemist-technologist, Department of ecology and technology of plant polymers, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Peremohy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: veronika_m_p@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4551-9389>

Трус Інна Миколаївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри екології та технології рослинних полімерів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Трус Инна Николаевна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры экологии и технологии растительных полимеров, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (пр. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Trus Inna – PhD in Technical Sciences, Senior Lecturer of Department of ecology and technology of plant polymers, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Peremohy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: inna.trus.m@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6368-6933>

Володимир Індутний, Ніна Мережко, Ніна Калуга

ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА АНТИКВАРНИХ МОНЕТ НА РИНКУ УКРАЇНИ

Актуальність теми дослідження. Антикварні монети є товаром, широко представленим на ринках різних країн, у тому числі на ринку України, який має постійний попит.

Постановка проблеми. З метою попередження можливості продажу антикварних монет за ціною, яка є нижчою ціни матеріалу, з якого вони виготовлені, важливо мати обґрунтовану методику для визначення їх прогнозованої вартості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У деяких наукових роботах викладено теоретичні засади і практичні рекомендації для прогнозування вартості культурних цінностей та представлено методику аналізу ринку культурних цінностей за якісними та вартісними параметрами.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Оцінювання антикваріату має свою специфіку, тому існує нагальна потреба в методичних підходах до визначення прогнозованої вартості антикварних монет.

Постановка завдання. Мета цієї роботи полягає в дослідженні поточних цінних показників на антикварні монети, що представлені на ринку України, а також створенні комплексної шкали для оцінки їхньої якості та відповідної класифікаційної моделі.

Виклад основного матеріалу. У статті описано процес проектування шкали для оцінки якості антикварних монет. В основу шкали покладені уявлення про кількість позитивної інформації про товар, пропорційним до якої є показник прогнозованої вартості. Виділено три інтервали вартісних показників антикварних монет на ринку України та дана їх характеристика. Подано кілька прикладів прогнозування вартості, які демонструють ефективність запропонованої розробки в завданнях незалежної вартісної оцінки.

Висновки. На основі результатів дослідження запропоновано комплексну шкалу для оцінки якості антикварних монет, яка включає сім критеріїв.

Ключові слова: антикварні монети; аналіз ринку; якість; прогнозована вартість; критерії оцінки.

Табл.: 3. Бібл.: 9.

Постановка проблеми. Старовинні монети є найбільш інформаційно ємним та змістовно урізноманітненим видом антикварних товарів, що широко представлений на усіх світових ринках. Вони користуються сталою популярністю завдяки існуванню численних асоціацій колекціонерів, спеціалізованих аукціонів та спеціальної літератури, яка всебічно висвітлює відповідний вид колекціонування та сприяє науковому освоєнню інформації історичного змісту.

Товарознавство, яке вивчає товари через призму знань про їх споживчі якості, нині, на наш погляд, недостатньо приділяє уваги до вивчення ринку пам'яток нумізматики й, таким чином, залишає за межами досліджень цілий спектр цікавих явищ, притаманних цьому ринку, які можуть значно збагатити наукову теорію та практику. Отже, вивчення товарознавства антикварних монет є нині актуальним та цікавим для спеціалістів.

Монети, як еквівалент цінності, з'явилися в дуже віддалені від нас часи – найвірогідніше у пізньому енеоліті – у зв'язку з появою розподілу праці та створенням умов для уніфікації процесу обміну товарами й послугами. Протягом віків гроші набули статусу особливого й універсального товару, за допомогою якого оптимізуються торгові операції та визначаються ознаки привабливості тих чи інших видів діяльності [1; 2; 9].

Крім того, старовинні монети є джерелом важливої історичної інформації, адже на них бачимо портрети видатних особистостей, герби, державну, релігійну й військову символіку, позначки, які свідчать про час їх побутування, важливі написи та символи, що фіксують визначні події минулого. Старовинні монети також вказують на технологічний рівень обробки металу та способи його афінажу. Назване, звичайно, це лише частина інформації, яка є важливою для історичної науки й викликає жвавий інтерес колекціонерів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [6] викладено теоретичні засади і практичні рекомендації для прогнозування вартості культурних цінностей, наведено приклади оцінки культурних цінностей різних типів і видів. У статті [8] представлено загальну методику аналізу ринку культурних цінностей за якісними та вартісними параметрами.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Антикварні монети є товаром, широко представленим на ринках різних країн, у тому числі на ринку

України, який має постійний попит. Оцінювання антикваріату має свою специфіку, тому існує нагальна потреба в методичних підходах до визначення прогнозованої вартості антикварних монет.

Мета статті. Мета роботи полягає у створенні перманентної та достатньо представницької бази вихідної інформації про особливості розподілу вартісних характеристик старовинних монет на ринку України та розробці обґрунтованих пропозицій щодо поділу усієї їх сукупності на окремі товарознавчі групи, проектуванні уніфікованого протоколу для незалежної оцінки якості та прогнозування їх вартості, а також обрахуванні індикаторних показників вартості для забезпечення практичних потреб оціночної діяльності незалежних експертів [4].

Виклад основного матеріалу. Вихідними даними для проведення аналізу слугувала інформація найбільш представницького в Україні Інтернет-аукціону «Violity», де повсякденно представлені численні пропозиції власників колекційних монет та окремих нумізматичних лотів багатьох антикварних магазинів. Загальна кількість одночасно представлених нумізматичних лотів перевищує сто тисяч взірців.

Особливістю цього аукціону є те, що мінімальна стартова вартість пам'яток при їх первісній експозиції дуже часто визначається однією гривнею або дуже незначною сумою. Вона, як правило, є значно меншою вартістю ніж скупівельна вартість (вартість, за якою здійснюють скупку банки та ломбарди) лому відповідних кольорових та дорогоцінних металів, з яких виготовляють монети. Водночас така декларація продавця дозволяє стимулювати потенційного покупця й дуже швидко встановити рівень ліквідності відповідного артефакту, який визначатиметься рівнем приросту кількості учасників торгів у перший день продажу. Важливим є також загальна кількість активних претендентів на його придбання, а також можливість з'ясування переліку тих власних ознак товару, які найбільш приваблюють потенційного покупця.

Отже, для проведення досліджень сучасного стану ринку антикварних монет ми сформували базу вихідної інформації у вигляді таблиці, до якої включили 315 пропозицій з продажу на Інтернет-аукціоні «Violity» (табл. 1). Оскільки аукціоном на продаж представлені монети, класифіковані за різними віковими категоріями, до базової таблиці включалися монети незалежно від їх віку, матеріалу, з якого вони виготовлені, та рівня стартової вартості.




Такий підхід пояснюється необхідністю дотримуватися основного закону товарознавства – «чим більше позитивної інформації про товар (пам'ятку культури), тим вище його якість та ринкова вартість» [6]. До позитивної інформації відносимо усі види відомостей, які є цікавими для потенційного покупця.




Таблиця 1

*Фрагмент впорядкованої за вартістю (від найменшої до найбільшої вартості) інформаційної бази для вивчення стану українського ринку антикварних монет (лютий-травень 2017 р.)**

| № з/п | Характеристика монети представлена продавцем | Стартова вартість у гривнях | Поточна вартість у гривнях | Кількість ставок | Фото монети |
|-------|--|-----------------------------|----------------------------|------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 50 сен Сьова 3, Японська імперія | 1 | 1 | 1 |  |
| 2 | Септімій Север | 1 | 1 | 0 |  |

Закінчення табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|----------------------------|---|-----|----|---|
| 3 | Рубль 1901 Ф3 срібло | 1 | 1 | 0 |  |
| 4 | Гданський грош 1620 | 1 | 2 | 2 |  |
| 5 | 1 карбованець СРСР 1924 р. | 1 | 610 | 15 |  |

| | | | | | |
|-----|--|--------|--------|-----|---|
| 313 | Ауреус Фаустіни. Золото | 92000 | 92000 | 0 |  |
| 14 | Юнайт 1625 р. Бри- танія. Золото, вага- 8,95 г | 105000 | 105000 | 0 |  |
| 315 | Бінію подвійний ауреус – Марк Клавдій Таціт (275-276). Золото | 1 | 435231 | 116 |  |

*<http://auction.violity.com>

Інформація про монети, яка подається власниками лотів, є дуже стислою й, таким чином, для пересічного покупця важко зрозуміти, яка монета становить цінність, а яка – ні, а оцінити її лише з назви та короткого опису неможливо. Цінність монети може визначити лише компетентний потенційний покупець, який має певні мотивації до придбання. Консультації, які ми отримали від колекціонерів, підтверджують, що ці мотивації стосуються таких властивостей відношення, як вік, кількість випущених монет (тираж), їх причетність до знаменних історичних періодів та видатних особистостей, стан збереженості, наявності на них знаків, тавр, емблем, девізів тощо. Звичайно, велике значення має також матеріал, з якого монета була виготовлена.

Серед недоліків сучасної аукціонної торгівлі антикварними монетами слід відзначити відсутність належної супровідної атрибутивної документації про їх походження, автентичність та історію побутування. Відтак, у покупця існує загроза придбання підробленої монети – симулянта. Крім того, подеколи в результаті торгів кінцева вартість монет, виготовлених з дорогоцінних металів, може виявитися меншою аніж скупівельна вартість матеріалу, з якого вони виготовлені, що, звичайно, приваблює учасників ринку дорогоцінних металів й може привести, врешті-решт, до знищення цінних монет.

Для візуалізації характеру розподілу вартісних характеристик антикварних монет на ринку України використаємо впорядковану за зростанням показника вартості діаграму (рис. 1).

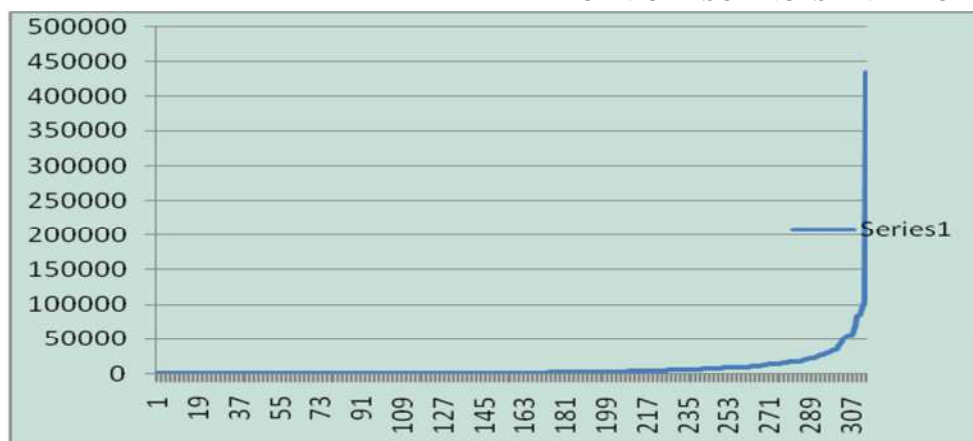


Рис. 1 Розподіл вартісних показників на антикварні монети представлені на ринку України. Вісь ординат – вартість монет у гривнях; вісь абсцис – порядок вартості – номер монет в ряду споріднених виробів, поіменованих у табл. 1

Слід звернути увагу на те, що усі лоти на момент укладання табл. 1 знаходилися у стані продажу й, таким чином, їх кінцева вартість не була нам відомою, так само як і факт продажу. Вартість, яка зафіксована в базі вихідної інформації, є перманентною й знаходиться у стані постійного зростання. Разом з тим загальна тенденція розподілу показників вартості на предмети, що представлені у табл. 1, є сталою характеристикою ринку й змінюється дуже повільно та у незначній мірі – з року в рік. Отже, найбільш корисним джерелом інформації про стан ринку антикварних монет є графік розподілу показників вартості (рис. 1).

З представленого графіка видно, що лівова частка антикварних монет, що представлені на сучасному антикварному ринку, характеризуються низькими показниками вартості. Ці монети можна віднести до окремої товарознавчої групи, яка може бути названа «**традиційні колекційні монети**». Це монети, випущені у недавній час великими тиражами й добре відомі колекціонерам. Кінцева вартість таких монет після закінчення торгів не перевищує 200 гривень за штуку. Монети більш дорогі – це більш старі й маловідомі монети, включення яких до колекцій значно збільшує якість добірки. Вартість таких монет можна визначити інтервалом від 200 до 20 000 гривень. Найбільш дорогі монети, які продаються за ціною більшою 20 000 гривень, – це рідкісні або унікальні взірці нумізматичних колекцій, які мають виключну цінність для історичної науки. Представлений поділ обумовлюється лише зручностями для проведення подальшого аналізу особливостей реалізації цього товару на ринку та ціноутворення на нього й не претендує на універсальність.

Для перевірки гіпотези щодо виконання основного закону товарознавства, наведеного вище, слід трансформувати вісь ординат у логарифмічну шкалу, тобто таким чином, щоб вона була пропорційною до кількості корисної інформації про монети у бітах [6; 7; 8] (рис. 2). Очевидно, що характер розподілу логарифмованих за основою «2» показників вартості вздовж осі абсцис неоднаковий й може бути поділений на кілька інтервалів.

Універсальне пояснення цього феномену ми знаходимо в тому, що вартість товару на ринку зростає пропорційно збільшенню позитивної інформації про нього, а показник кількості інформації, за дефініцією, обчислюється на основі ступеневої функції [5; 8]. Крім того, відповідно до ступеневої функції на реальному ринку розподіляються фінансові можливості потенційних покупців [5], серед яких більшу частину становлять представники з обмеженими можливостями. Отже, більш дешеві товари є більш ліквідними, а значить, їх кількість на ринку є домінуючою.



Рис. 2. Графік розподілу логарифмованих вартісних показників антикварних монет. Вісь ординат – логарифмована за основою 2 шкала вартості; вісь абсцис – перелік монет у порядку зростання їх вартості. Вертикальні лінії вказують на можливість поділу усієї множини представлених у вибірці монет на окремі товарознавчі групи, які відрізняються за видом функції, що описує характер розподілу вартісних показників

Перший інтервал (від першої до 50 монети в таблиці вихідних даних), який можна назвати «інтервал стартових показників вартості» характеризується найбільш стрімким зростанням вартості. Цей інтервал не описується поіменованим вище законом і вказує лише на початкову стадію зростання вартості, пов'язану з появою конкуренції серед групи активних потенційних покупців, які вирішують не тільки завдання придбання вказаної монети, але й сподіваються на її більш швидкий і дорогий перепродаж при повторній експозиції.

Верхня частина інтервалу (монети за номером 50 та 51, які описується вартістю 100 гривень), вказує на найбільш вірогідну **ліквідаційну вартість** [4] та можливу базу оцінки монет при побудуванні експертами прогнозних показників. Важливо зазначити, що інтервал не може розглядатися як окрема товарознавча група, оскільки на цьому рівні вартісних показників відбувається дуже невелика кількість операцій купівлі-продажу, вартість не пов'язується з важливою атрибутивною інформацією про монети або з будь-якими змістовними мотиваціями. Отже, пряма залежність вартості й кількості позитивної інформації про об'єкт оцінки відсутня. Уся корисна інформація лімітована й не може бути змістовно освоєною. В цьому інтервалі монети часто мають вартість меншу, ніж матеріали, з яких вони створені.

Тенденція, за якою можна досить точно прогнозувати вартість у названому інтервалі, зазвичай, може бути аналітично описаною, але, виходячи з названих причин, не має практичного значення для вирішення експертних питань.

Єдина рекомендація, яка є вагомою для експертів, полягає у тому, що при здійсненні прогнозування вартості антикварних монет слід прийняти до уваги, що їх базова вартість на цьому інтервалі повинна встановлюватися на рівні 100 гривень, й це дозволяє узгодити результати застосування процедур оцінювання якості згідно з спеціальним протоколом та прогнозованою вартістю.

Другий інтервал (рис. 2) вартісних показників є найбільш широким та таким, що повністю віддзеркалює взаємну відповідність спостережених на ринку показників вартості монет до кількості позитивної інформації про них. Інтервал, представлений у логарифмічній шкалі, може бути описаним аналітично лінійною функцією, параметри якої обчислюємо на основі методу найменших квадратичних відхилень К. Ф. Гаусса [3]: $C = 2^{0,04x - 2,66}$, де C – прогнозована вартість; x – порядок вартості.

При цьому якість апроксимації асимптотично встановленою функцією впорядкованої за зростанням послідовності спостережуваних характеристик вартості монет, обрховану за допомогою коефіцієнта кореляції за К. Пірсоном [3], становить 0,99. Це свід-

чить про високу якість апроксимації та обґрунтованість застосування гіпотези про відповідність показників вартості до кількості позитивної інформації про товар.

Відновивши вісь ординат в одиницях виміру вартості, отримуємо можливість вивчення співвідношення спостережених та теоретично обрахованих показників вартості (рис. 3).

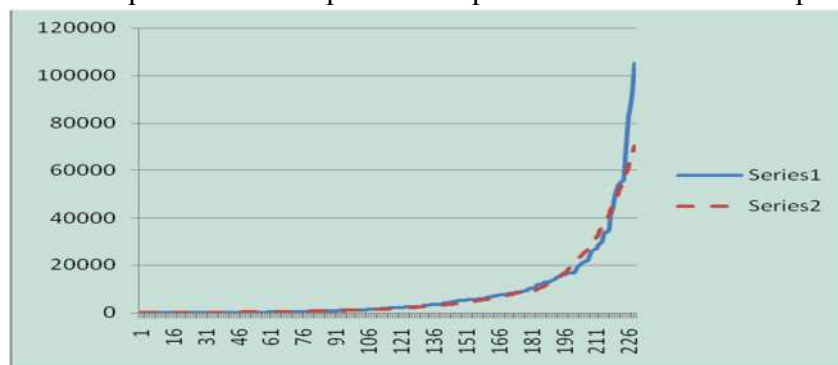


Рис. 3. Графік розподілу вартісних показників антикварних монет другої групи: ряд 1 – спостережені показники вартості; ряд 2 – теоретично обраховані

У межах поіменованого інтервалу споріднених за якісними й вартісними характеристиками монет корисна інформація про них є також частково обмеженою. Як правило, це лише відомості щодо часу створення, тиражування та наявності на них важливих зображень і позначок. Серед цих монет вже зустрічаються цінні пам'ятки історії. Лоти антикварних монет, представлені у цьому інтервалі, розраховані на задоволення гуманітарних потреб найбільш широкого кола колекціонерів. До цього ж інтервалу вартісних показників відносимо окремі лоти, які є цінними, але нині ще не досягли належної оцінки в ході торгів.

Третій інтервал описує стан, коли кінцева вартість монети дуже висока й не є вмотивованою кількістю позитивної інформації про неї, що пояснюється наявністю ажіотажного попиту серед учасників аукціону, які швидко підіймають її цінність у показниках вартості. Показник кількості позитивної інформації про товар, у цьому випадку, є дефіцитарним, однак, спостерігається жорстка конкурентна боротьба між тими нечисельними потенційними покупцями, які можуть дозволити собі витратити значні кошти на придбання даного лоту.

Цікавим є те, що експерт здебільшого не може прогнозувати появу ажіотажного попиту без додаткових відомостей, адже не має можливості бачити підстав для цього – наявних фінансових можливостей потенційних покупців, можливостей подальшого використання монети в фінансових операціях, з рекламною метою, у виставкових комерційних проектах та інше. В таких випадках доцільно спробувати дослідити потенційні можливості використання монети з метою отримання прибутку від трансфертних операцій в майбутньому.

Описаний вище інтервал вартісних показників монет представлений невеликою кількістю найбільш дорогих монет, які оцінюють в межах від 20 000 до 500 000 гривень. Вони характеризуються великою кількістю змістовної супровідної інформації про вік, тираж, історію побутування, високу художню та історичну цінність, приналежність важливим періодам історії, складні техніки виготовлення та інше. Прогнозування вартості таких взірців можна здійснювати у відповідності з протоколом оцінки культурних цінностей, описаному в [8], приймаючи за базу оцінки 100 гривень (найбільший показник вартості у першому інтервалі вартісних показників).

З поданих вище результатів спостереження характеру розподілу показників вартості на антикварні монети, які реалізуються в умовах аукціону, можна зробити висновок про доцільність виділення та детального опису лише двох окремих товарознавчих груп об'єктів нумізматики, які представлені на ринку України, а саме, монет, які описуються другим та третім інтервалом вартісних показників.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Враховуючи раніше проведені нами дослідження [7], опис товарознавчих груп слід здійснювати на основі переліку відповідних та ранжованих критеріїв для оцінки якості, за допомогою яких експерт формалізує процедуру обліку кількості корисної інформації про предмет експертизи й, відповідно з ним, здійснює прогнозування вартості (у цьому випадку критерій – висловлювання, істинність якого залежить від одного або більше інших висловлювань, що знаходяться у причинно-наслідкових зв'язках).

Таким чином, загальна оцінка якості прогнозування вартості монет й оціночної діяльності у цьому секторі торгівлі визначається параметрам зв'язку між кількістю позитивної інформації про предмет експертизи та порядком вартості, який спостерігають на відкритому ринку [7].

Вивчаючи описи представлених в табл. 1 збірців, а також вхідної інформації про них на Інтернет-аукціоні, можна пересвідчитись у тому, що характеристики якості майже усіх представлених там предметів описуються за допомогою дуже обмеженого переліку критеріїв. Так само описи монет, що зустрічаються в літературі, також описують невеликою сукупністю критеріїв. Відтак, ми пропонуємо здійснювати облік корисної інформації про лоти на основі спрощеної форми протоколу, представленої в табл. 2. Це сім критеріїв, які описують якість пам'ятки (лоту) дискретно у бітах інформації й, відповідно, набувають значень 1, 2, 4, 8....

Таблиця 2

Протокол для якісної оцінки антикварних монет на ринку України

| № з/п | Короткий опис критерію оцінки якості | Ранжування критерію | Індекс збільшення якості | Результат оцінки* |
|--|---|--|--------------------------|-------------------|
| 1 | Вік монети | Невідомий | 0,5 | 4 |
| | | Сучасна - до 50 років | 1 | |
| | | До 100 років | 2 | |
| | | До 300 років | 4 | |
| | | - До 1000 років | 8 | |
| | | - До 2000 років | 16 | |
| 2 | Рівень популяризації монети в енциклопедичних виданнях | - Монета, не описана в енциклопедичних виданнях | 0,5 | 2 |
| | | - Монета побіжно згадується в енциклопедичних виданнях | 1 | |
| | | - Популярна монета | 2 | |
| | | - Дуже популярна монета | 4 | |
| 3 | Рівень причетності монети до видатних періодів світової історії | Відсутня | 1 | 1 |
| | | Побіжна причетність | 2 | |
| | | Безпосередня причетність | 4 | |
| 4 | Тиражованість | - Тиражована | 1 | 2 |
| | | - Рідкісна | 2 | |
| | | - Унікальна | 4 | |
| 5 | Рівень технічної досконалості продемонстрований при виготовленні монети | - Пересічний рівень | 1 | 1 |
| | | - Складний рівень | 2 | |
| | | - Найвищий рівень | 4 | |
| 6 | Художня цінність монети | Відсутня | 1 | 1 |
| | | Присутні ознаки декорування | 2 | |
| | | Висока художня цінність | 4 | |
| 7 | Стан збереження монети | Без пошкоджень | 1 | 1 |
| | | Задовільний стан збереження | 0,5 | |
| | | Незадовільний стан збереження | 0,25 | |
| | | Дуже значні пошкодження | 0,125 | |
| | | У фрагментах | 0,065 | |
| Сукупний індекс якості антикварної монети «V», який описується добутком усіх показників облікованих у стовпчику «4». | | | | 16 |

*Показники у стовпчику відповідають оцінці срібного карбованця СРСР 1924 року, оціненого нижче.

Зауважимо, що протокол оцінки якості антикварних монет є спрощеним варіантом більш загального протоколу, описаного раніше [6], тому його практична цінність полягає у спрощеній товарознавчій оцінці та зручності використання в експертній справі. Звичайно, сфера використання протоколу є обмеженою дослідженнями стану ринків нумізматичних пам'яток.

Згідно з протоколом перший критерій якісної оцінки антикварних монет - це вік. Це важлива характеристика, яка часто вказує потенційним покупцям на інші позитивні якості монети – її причетність до культурних традицій (другий критерій) та причетність до історичних подій. Відсутність віку суттєво знижує інформаційну цінність суспривідної інформації й, відповідно, привабливість лоту.

Другий та третій критерії оцінки дозволяють підвищити привабливість лотів шляхом обліку інформації про спосіб використання монет у соціогенеруючих обрядах обдаровування та причастя. Відповідна інформація традиційно вважається дуже важливою для формування колекцій та суттєво впливає на вибір потенційного покупця.

Четвертий критерій – «тиражованість» - надзвичайно важливий й суттєво впливає на оцінку якості нумізматичних колекцій в цілому. Для монет - це другий за значимістю критерій, однак він є лише четвертим в загальному протоколі оцінки культурних цінностей, описаному в [6].

Важливою є також інформація, яка описується рештою критеріїв.

Вивчаючи запропонований протокол для оцінки антикварних монет (останній підсумковий рядок), бачимо, що найбільш цінні монети будуть описуватись сукупним індексом якості «V», який дорівнюватиме 1024 умовних одиниць або 10 бітами корисної інформації. Найменш цінні взірці описуватимуться сукупним індексом якості, який визначається показником - 0,0325 умовних одиниць, що, в свою чергу, свідчить про наявність контраверсійної інформації та недостачі інформації у об'ємі 32 біт.

В описаному протоколі не використовують поняття контраверсійного критерію, як це вимагалось раніше в більш розширеному варіанті протоколу [6], адже факт наявності дефіциту корисної інформації про експонований лот не є предметом дискусії з покупцем, який, як правило, має більш повні знання про предмет купівлі, аніж продавець.

Якість антикварних монет визначають номенклатурно за допомогою термінології, описаної в загальній класифікації культурних цінностей [6], спрощений варіант якої представлений в табл. 3.

Таблиця 3

Загальна номенклатурна класифікація антикварних монет

| Номенклатурне визначення якості пам'яток нумізматики | | Сукупний індекс якості |
|--|-------------|------------------------|
| Пам'ятки культури родового та місцевого рівня значимості | | 1-4 |
| Пам'ятки культури національного рівня значимості | III порядку | 8-16 |
| | II порядку | 32- 256 |
| | I порядку | 512-16384 |

Цілком очевидно, що представлена сукупність критеріїв для оцінки якості є лише частиною з можливого та дуже широкого переліку критеріїв, які ми рекомендували брати до уваги при оцінці якості та прогнозуванні вартості пам'яток культури [6]. Причина, за якою обмеження переліку критеріїв при відкритих торгах з аукціону вважають доцільними, пояснюється тим, що більшість колекціонерів, які є потенційними споживачами цих лотів, добре ознайомлені з історією розвитку та видовою специфікою монет, мають власний досвід та інтуїцію, щоб суттєво й без зайвих протоколів, а лише на основі власних знань та візуальних спостережень, доповнити неоголошену частину інформації та зробити необхідні висновки.

Крім того, власники аукціону, які мають прибуток з надання послуг продажу, розуміють, що суттєвою мотивацією до купівлі виступає лише те, що потенційний покупець

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

має більше інформації про лот, ніж продавець. Такий стан речей дозволяє йому отримати в подальшому більшу вартість лоту при його перепродажу або для створення цінної колекції.

Наприклад, якщо покупець знає історію побутування предмету, його причетність до видатних осіб, знає про обмеженість тиражу або можливість використання предмету при перепродажу з доданою вартістю, то це стимулює його до участі в торгах.

Зауважимо, що речі, які становлять культурну цінність національного та світового рівнів значення [6] і супроводжуються фаховою атрибутивною документацією, можуть набути дуже високих оцінок якості і стати дуже дорогими. Такі предмети, як правило, не продаються з Інтернет-аукціонів (крім випадків, які потребують легалізації прав власності та законності способу придбання). Вони використовуються у фінансових операціях, а також з метою отримання прибутків у результаті виставкової діяльності. Зокрема, ми вже наголошували на тому, що в мережі Інтернет широко представлені численні сайти антикварних магазинів, де пропонуються дуже дорогі взірці антикварних монет за цінами, сформованими власниками, й експозиція таких лотів не обмежується у часі.

Для демонстрації можливостей практичного використання описаних вище способів оцінки якості й вартості антикварних монет, а також дослідження реляції «якість –вартість» у практичному прогнозуванні вартісних показників, розглянемо кілька прикладів.

У якості першого прикладу розглянемо монету - Баварський срібний талер 1865 року вагою 18,41 грама (рис. 3), продану з поіменованого вище аукціону за ціною 1810 гривень при вартості срібла, з якого вона виготовлена, 253,68 гривень (вартість срібла 13,78 гривень за грам відповідно до ставки Національного банку України станом на 21.08.2017 р.).



Рис. 3. Баварський срібний талер 1865 року

Застосовуючи описаний вище протокол оцінки (табл. 2), розрахуємо сукупний індекс якості антикварної монети, який становитиме 16 умовних одиниць. Цей індекс дозволяє сформулювати номенклатурне визначення якості монети як **«пам'ятки культури національного рівня значення третього порядку»**, а також розрахувати її прогнозний показник вартості «С»: $S = 16 \cdot 100 = 1600$ гривень, де 16 – сукупний індекс якості; 100 – база оцінки, а саме, найменше значення вартості у другій товарознавчій групі.

Ця монета була проданою за 1810 гривень. У торгах прийняли участь 48 потенційних покупців, що дозволяє нам зробити висновок про наявність часткової невідповідності прогнозованої вище вартості до спостереженого ринкового показника, що пов'язано з виникненням мало підвищеного попиту. Стартова вартість, встановлена продавцем, становила лише десять гривень, отже, більша частина учасників торгів могла сподіватися на швидкий прибуток від придбання монети за ціною, нижчою від скупівельної вартості срібла, з якого вона виготовлена (продавець не має права зняти власний лот з продажу під час торгів і правилами аукціону зобов'язується продати монету за кінцевою ціною). Однак на певному етапі в конкурентних відносинах залишилися лише колекціонери.

Враховуючи викладене, можна дійти висновку, що прогнозна вартість, обрахована за допомогою протоколу, є найбільш обґрунтованою для використання в завданнях експертизи.

Другий приклад. На експертизу та оцінку була представлена унікальна срібна монета – перша давньоєврейська монета «чверть шекеля» (66–71 рік нашої ери) (рис. 4). Маса –

3,2 грами. Розміри: (15,3 – 15,8)×3,2 мм (фото 2). Вартість срібла в монеті – 44,09 гривень. На аверсі в центрі зображено арабську цифру «1», знак ділення на чотири «X», а також дві гілки граната. На реверсі три пальмових гілки, напис та зображення перлин по периметру. Гурт гладкий. Збереженість монети задовільна.



Рис. 4. Аверс та реверс монети

Застосовуючи протокол оцінки (табл. 2), розрахуємо сукупний індекс якості антикварної монети, який становитиме 256 умовних одиниць. Цей індекс дозволяє сформулювати номенклатурне визначення якості монети як **«пам'ятки культури національного рівня значення другого порядку»**, а також обрахувати її прогностичний показник вартості «С»: $C = 256 \cdot 100 = 25\,600$ гривень, де 256 – сукупний індекс якості; 100 – база оцінки, тобто, найменше значення вартості.

Звичайно, у разі появи ажіотажного попиту в процесі торгів, ціна придбання такої монети може значно зрости, але стартова вартість, обрахована за протоколом, є обґрунтованим й несуперечним показником, а отже, повинна встановлюватися саме на цьому рівні. Такий підхід є запобіжним проти можливості продажу монети за ціною значно нижчою вартості срібла, з якого вона зроблена. Крім того, бачимо, що за вартісним показником ця монета повинна описуватися як унікальна та така, що описується найвищими показниками якості.

Слід пояснити також особливості визначення якості та прогнозування вартості рідкісних та унікальних пам'яток нумізматики, таких, як, наприклад, остання золота монета в таблиці вихідних даних (табл. 1). Звичайно, до таких об'єктів дослідження слід застосовувати більш розширений протокол [6], в якому додатково відображати результати підвищення оцінки якості за такими критеріями як: «причетність пам'ятки до визначних подій світової історії», «наукова значимість пам'ятки», а також «індекс ліквідності». Кожен з поіменованих критеріїв буде підвищувати сукупний індекс оцінки якості згідно зі значенням «4». Сукупний індекс підвищення якості за цими критеріями становитиме 64. Оцінювання монети за поданим вище скороченим протоколом (табл. 2) приведе до індексу сукупної оцінки якості, який також становитиме 64. Перемножуючи ці індекси, тобто здійснюючи процедуру складання відповідних показників кількості корисної інформації у бітах, отримаємо сукупний показник якості цієї золотої монети, що становитиме 4096. Номінальне визначення якості монети згідно з загальною класифікацією (табл. 3) буде: **«пам'ятка культури національного рівня значення першого порядку»**.

Прогнозна вартість «С» проданої з аукціону золотої монети, становитиме: $C = 100 \cdot 4096 = 409\,600$ гривень, а ринкова ціна, яка стала результатом проведення торгів, була встановленою на рівні 435 231 гривень. Зауважимо також, що у торгах взяли участь 116 потенційних покупців.

Висновки. Проведені дослідження дають підстави зробити висновки, сутність яких полягає в наступному.

1. Товарознавча оцінка якості антикварних монет є сукупною оцінкою їх історичної цінності та як об'єктів колекціонування і має практичне значення для здійснення незалежних експертиз.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

2. Прогнозовані показники вартості, описані вище, слід розглядати як несуперечно вмотивовані й придатні для здійснення операцій незалежної оцінки. Ринкові показники вартості не можуть бути предметом прогнозування за дефініцією.

3. Прогнозування вартості нумізматичних пам'яток має значення для формування стартових показників та попередження можливості продажу монет за ціною, яка є нижчою матеріалу, з якого вони виготовлені.

4. Експертні роботи з визначення якості та прогнозування вартості антикварних монет повинні починатися з обліку кількості позитивної інформації про них, що дозволить віднести досліджувані об'єкти до певної товарознавчої групи – «традиційних пам'яток нумізматики», «цінних пам'яток нумізматики», «унікальних пам'яток нумізматики».

5. Облік корисної інформації для перших двох вище поіменованих товарознавчих груп доцільно здійснювати за допомогою скороченого протоколу оцінки якості монет. Для особливо цінних монет є сенс застосовувати повний протокол оцінки.

6. Особливо несподіваним висновком, отриманим у результаті проведених досліджень є те, що прогнозована вартість нумізматичних пам'яток є трансцендентною по відношенню до матеріалу, з якого монети виготовлені, тобто до вартості бронзи, срібла й золота, а також до ваги монети.

7. Для оцінки впливу ажіотажного попиту на окремі взірці монет, подеколи доцільно використовувати протокол оцінки ступеню їх ліквідності, який був описаний раніше [6].

Список використаних джерел

1. *Гроші, банки та кредит: у схемах і коментарях* : навч. посіб. для студ. екон. спец. вищ. навч. закл. / [Б. Л. Луців, Т. С. Смовженко, Г. Г. Голуб та ін.]. – 2-ге вид., випр. – К. : Л., 1999. – 156 с.
2. *Гуцал А. Ф.* Давні календарі, міри, монети та письмо : навч. посіб. / А. Ф. Гуцал. – Кам'янець-Поділ. : Оіум, 2006. – 207 с.
3. *Елисеєва И. И.* Группировка, корреляция, распознавание образов / И. И. Елисеєва, В. О. Рукавишников. – М. : Статистика, 1977. – 144 с.
4. *Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність в Україні* [Електронний ресурс] : Закон України від 12 липня 2001 року № 2658-III. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2658-14>.
5. *Індутний В. В.* Застосування функції розподілу Лоренца в товарознавстві / В. В. Індутний // *Товари і ринки*. – 2015. – № 2 (20). – С. 168–178.
6. *Індутний В. В.* Оцінка пам'яток культури / В. В. Індутний. – К. : СПД Моляр С.В., 2009. – 537 с.
7. *Індутний В. В.* Ринки культурних цінностей: Порівняльний аналіз / В. В. Індутний // *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв*. – 2014. – № 1. – С. 19–27.
8. *Індутний В. В.* Формула Ральфа Хартлі й прогнозування вартості пам'яток культури / В. В. Індутний // *Культура і сучасність: альманах*. – 2014. – № 2. – С. 70–78.
9. *Колодізев О. М.* Гроші і кредит : підручник / О. М. Колодізев, В. Ф. Колесніченко. – К. : Знання, 2010. – 610 с.

References

1. Lutsiv, B.L., Smovzhenko, T.S., Holub, H.H. et al. (1999). *Hroshi, banky ta kredyt: u skhemakh i komentariakh* [Money, banks and credit in schemes and comments]. Kyiv, Lviv: Natsionalnyi bank Ukrainy (in Ukrainian).
2. Hutsal, A.F. (2006). *Davni kalendari, miry, monety ta pysmo* [Ancient calendars, measures, coins and letter]. Kamianets- Podilskyi: Oiium (in Ukrainian).
3. Eliseeva, I.I. & Rukavishnikov, V.O. (1977). *Gruppировка, korreliatsiia, raspoznavanie obrazov* [Grouping, correlation, pattern recognition]. Moscow: Statistika (in Russian).
4. *Pro otsinku maina, mainovykh prav ta profesiinu otsinochnu diialnist v Ukraini: Zakon Ukrainy vid 12 lypnia 2001 roku № 2658-III* [On evaluation of property, property rights and professional appraisal activity in Ukraine: Law on July 12, 2001 No. 2658-III]. Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2658-14>.

5. Indutnyi, V.V. (2015). Zastosuvannia funktsii rozpodilu Lorentsa v tovaroznavstvi [Application of the Lorentz distribution function in commodity research]. *Tovary i rynky – Goods and markets*, no. 2, pp. 168–178 (in Ukrainian).

6. Indutnyj, V.V. (2009). *Otsinka pamiatok kultury [Evaluation of cultural monuments]*. Kyiv: SPD Moliar S.V. (in Ukrainian).

7. Indutnyi, V. V. (2014). Rynky kulturnykh tsinnosti: Porivnialnyi analiz [Markets of Cultural Values: A Comparative Analysis]. *Visnyk Natsionalnoi akademii kerivnykh kadrov kultury i mystetstv – Bulletin of the National Academy of Cultural and Arts Leaders*, no. 1, pp. 19-27 (in Ukrainian).

8. Indutnyj, V.V. (2014). Formula Ralfa Khartli y prohnozuvannia vartosti pamiatok kultury [Formula Ralph Hartley and forecasting value of cultural monuments]. *Kultura i suchasnist: almanakh – Culture and Modernity: Almanac*, no. 2, pp. 70–78 (in Ukrainian).

9. Kolodiziev, O.M. & Kolesnichenko, V.F. (2010). *Hroshi i kredyt [Money and credit]*. Kyiv: Znannia, 2010 (in Ukrainian).

UDC 339.13.017:671.41

Volodymyr Indutny, Nina Merezhko, Nina Kaluga

COMMODITY ASSESSMENT OF ANTIQUE COINS IN THE MARKET OF UKRAINE

Urgency of the research. Antique coins are goods, which have a constant demand and widely represented in the markets of different countries, including the Ukrainian market.

Target setting. In order to prevent the possibility of selling antique coins at a price that is lower than the price of material from which they are made of, it is important to have a reasonable method for determining their predictive value.

Actual scientific researches and issues analysis. Some scientific works present the theoretical bases and practical recommendations for predicting the value of cultural items and the method of market analysis of cultural items on the qualitative and cost indicators.

Uninvestigated parts of general matters defining. Evaluation of antiques has its own specifics, so there is an urgent need for methodological approaches to determining the predictive value of antique coins.

The research objective. The aim of this work is to study the current prices of antique coins in Ukraine and to design the complex scale for assessment of their quality and the corresponding classification model.

The statement of basic materials. The article describes the process of designing the quality scale for assessment of antique coins. In the basis of the scale laid the idea that the number of positive information on this product is proportional to the level of its predictive value. Three intervals of cost indicators of antique coins in the Ukrainian market are distinguished and their characteristics are given. Several examples of cost prediction are presented that demonstrate the effectiveness of the proposed methods for solving problems of independent evaluation.

Conclusions. According to the research results, the complex scale for assessment of antique coins, which include seven criteria, has been proposed.

Key words: antique coins; market analysis; quality; the predictive value; evaluation criteria.

Tabl.: 3. Bibl.: 9.

УДК 339.13.017:671.41

Владимир Индутный, Нина Мережко, Нина Калуга

ТОВАРОВЕДЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТИКВАРНЫХ МОНЕТ НА РЫНКЕ УКРАИНЫ

В статье описан процесс проектирования шкалы для оценки качества антикварных монет. В основу шкалы положены представления о количестве позитивной информации о товаре, пропорциональным которой является показатель прогнозируемой стоимости. Выделены три интервала стоимостных показателей антикварных монет на рынке Украины и дана их характеристика. Рассмотрены примеры прогнозирования стоимости, которые демонстрируют эффективность предложенной разработки в задачах независимой стоимостной оценки. На основе результатов исследования предложена комплексная шкала для оценки качества антикварных монет, которая включает семь критериев.

Ключевые слова: антикварные монеты; анализ рынка; качество; прогнозируемая стоимость; критерии оценки.

Tabl.: 3. Bibl.: 9.

Індутний Володимир Васильович – доктор геолого-мінералогічних наук, доцент, професор кафедри товарознавства та митної справи, Київський національний торговельно-економічний університет (вул. Киото, 19, м. Київ, 02156, Україна).

Индутный Владимир Васильевич – доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и таможенного дела, Киевский национальный торгово-экономический университет (ул. Киото, 19, г. Киев, 02156, Украина).

Indutny Volodymyr – Doctor of Sciences (Geological and Mineralogical), Associate Professor, Professor of Department of Commodity Science and Customs Affairs, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kyoto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

E-mail: indutny@nwv.com.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6676-7472>

ResearcherID: N-3279-2016

Мережко Ніна Василівна – доктор технічних наук, професор, професор і завідувач кафедри товарознавства та митної справи, Київський національний торговельно-економічний університет (вул. Киото, 19, м. Київ, 02156, Україна).

Мережко Нина Васильевна – доктор технических наук, профессор, профессор и заведующий кафедрой товароведения и таможенного дела, Киевский национальный торгово-экономический университет (ул. Киото, 19, г. Киев, 02156, Украина).

Merezhko Nina – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor and Head of Department of Commodity Science and Customs Affairs, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kyoto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

E-mail: neprod2@knteu.kiev.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3077-9636>

ResearcherID: N-3270-2016

Калуга Ніна Василівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри товарознавства та митної справи, Київський національний торговельно-економічний університет (вул. Киото, 19, м. Київ, 02156, Україна).

Калуга Нина Васильевна – кандидат химических наук, доцент кафедры товароведения и таможенного дела, Киевский национальный торгово-экономический университет (ул. Киото, 19, г. Киев, 02156, Украина).

Kaluga Nina – PhD in Chemical Sciences, Associate Professor of Department of Commodity Science and Customs Affairs, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kyoto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

E-mail: knv_0104@i.ua

УДК 664.66.022.39

DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-176-188

Ольга Сиза, Олеся Савченко, Ірина Журок, Марина Дорожнинська

**ПОРОШОК З ВИЧАВКІВ ЯГІД КАЛИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА**

Актуальність теми дослідження. У наш час значного розвитку набуло виробництво борошняних виробів із використанням різноманітних харчових добавок. З цього погляду перспективними є продукти переробки плодів та ягід, що мають у своєму складі цінні біологічно активні речовини: вітаміни, антиоксиданти, вуглеводи, органічні кислоти, пектинові речовини, макро- та мікроелементи тощо. Це дає можливість як збагатити борошняні вироби незамінними харчовими компонентами, так і застосовувати їх для корегування технологічних властивостей сировини.

Постановка проблеми. При переробці ягід калини у виробництві соків і вин щорічно накопичуються відходи – вичавки (шкірки та насіння), до складу яких входять цінні біологічно активні речовини. Додавання до складу хлібобулочних виробів порошків з вичавків ягід калини дозволить поліпшити їх харчову цінність і завдяки наявності в порошках речовин-антиоксидантів збільшити термін зберігання. Отже, дослідження можливості використання добавок з продуктів переробки плодів калини в технології хлібобулочних виробів є актуальним питанням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використанню нетрадиційної сировини та харчових добавок у виробництві продуктів харчування присвячено роботи вітчизняних та зарубіжних учених А. М. Дорохович, В. І. Дробот, М. М. Калакури, Л. І. Карнаушенко, І. В. Сирохмана, С. Я. Корячкиної, В. Sullivan та ін. Показано, що перспективними є продукти із застосуванням порошків після висушування овочів та фруктів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на різноманітність існуючих рослинних добавок, вибір призначених для приготування хлібобулочних виробів обмежений. У цьому аспекті перспективним є використання відходів переробки дикорослих ягід калини.

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження впливу порошку з вичавків ягід калини (шкірка та насіння) на властивості тіста та якість пшеничного хліба.

Виклад основного матеріалу. Для отримання порошку з вичавків ягід калини сировину висушували і подрібнювали до частинок розміром 0,10...0,15 мм. Порошок є однорідною масою жовто-коричневого кольору зі смаком і запахом, властивим вихідній сировини. За органолептичними показниками він є оригінальною смаковою добавкою, а також білковим і вітамінним збагачувачем для отримання продуктів підвищеної біологічної цінності.

Для з'ясування закономірностей дії порошку з вичавків ягід калини на процеси, які відбуваються при виготовленні хліба пшеничного, досліджено вплив цієї добавки на основну сировину для хлібопекарського виробництва – борошно і дріжджі.

Якість хліба оцінювали за методикою проведення лабораторних пробних випічок тіста, що приготувані із борошна, солі, води питної, дріжджів, порошку з вичавків калини безопарним способом. Температура випікання 220 °С, час – 45 хвилин.

Органолептичним способом оцінювали форму хліба, колір і зовнішній вигляд скоринки, смак і запах. Контроль якості готового хліба здійснювали за фізико-хімічними властивостями – вологістю, кислотністю, пористістю.

Добавка порошку з вичавків ягід калини збагачує вироби вітамінами, органічними кислотами, антиоксидантами. Наявність речовин з антиоксидантними властивостями зумовлює уповільнення окисних процесів, що відбуваються під час випікання та зберігання виробів – термін зберігання хліба збільшується у 1,7 разу. Збагачений порошок з вичавків калини хліб характеризується більшим об'ємом і кращою пористістю, запахом та смаком готових виробів не погіршується і відчувається приємний присмак ягід калини.

Використання порошку з вичавків ягід калини скорочує тривалість визрівання тіста на 25 %, порівняно з безопарним способом без внесення добавок. Внесення порошку сприяє інтенсифікації мікробіологічних, колоїдних, фізико-хімічних процесів, які і забезпечують більш швидке дозрівання тіста.

Висновки. Отримані результати обумовлюють перспективність використання порошків з вичавків ягід калини (відходи виробництва соків і вин) при виробництві хлібобулочних виробів. Вони збагачують вироби вітамінами, органічними кислотами, антиоксидантами, скорочують тривалість визрівання тіста на 25 %, порівняно з безопарним способом без внесення добавок.

Ключові слова: порошок з вичавків ягід калини; хліб пшеничний; фізико-хімічні і органолептичні показники.

Табл.: 3. Рис.: 3. Бібл.: 23.

Актуальність теми дослідження. Хлібобулочні вироби традиційно користуються великим попитом у населення України. У наш час значного розвитку набуло виробництво борошняних виробів із використанням різноманітних харчових добавок. Вони застосовуються з метою поліпшення якості виробів, збільшення їх харчової цінності та термінів зберігання, надання їм певних функціональних властивостей тощо [1; 2]. Особливого значення набуває використання порошкоподібних добавок, що одержують з природної рослинної сировини (фрукти, овочі). При сушінні з рослинних об'єктів видаляється волога, концентрація речовин у клітинному соку й осмотичний тиск збільшуються, що перешкоджає розвитку мікроорганізмів.

Провідну роль у формуванні структурно-механічних характеристик тіста відіграють технологічні властивості пшеничного борошна, які, у свою чергу, є функцією стану його білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів. Для отримання виробів високої якості тісто повинно мати певні реологічні характеристики. З цього погляду перспективними є продукти переробки плодів та ягід, що мають у своєму складі цінні біологічно активні речовини: вітаміни, антиоксиданти, вуглеводи, органічні кислоти, пектинові речовини, макро- та мікроелементи тощо. Це дає можливість як збагатити борошняні вироби незамінними харчовими компонентами, так і застосовувати їх для корегування технологічних властивостей сировини.

У зв'язку з цим використання продуктів переробки рослинної сировини (фруктових та овочевих порошків) у виробництві харчових продуктів є актуальним завданням сьогодення.

Постановка проблеми. Дефіцит вітамінів, мікроелементів та інших біологічно активних речовин у продуктах харчування привів до ослаблення функціональної активності органів і систем людини, до виснаження компенсаторних й адаптаційних механізмів, до зниження захисних сил організму. Однією з причин збіднення структурної інформації природних продуктів є їх переробка – у великій кількості споживаються вироби з борошна тонкого помелу, полірований рис, рафінований цукор, освітлений сік й інші продукти, збіднілі біологічно активними речовинами. Тому великого значення набувають питання вивчення і залучення у виробництво нових видів сировини зі збільшеним вмістом біологічно активних (захисних) речовин. Перспективним у цьому напрямку є використання вітчизняної рослинної сировини, що має адаптогенну, тонізуючу, кровотворну та інші дії і Р-вітамінний комплекс. До такої сировини відносяться відходи виробництва соків і вин – вичавки (шкірки та насіння) з ягід калини, обліпихи, винограду, які щорічно накопичуються у великих кількостях при переробці. Відомо, що кісточка калини узяті на озброєння сучасною медициною. У серцеподібному насінні закладено велику кількість біологічно активних речовин [3]. Кісточка є джерелом корисних для організму мінеральних речовин, вітамінів (у тому числі вітаміну К), а також цінних незамінних амінокислот. Згідно з останніми дослідженнями, натуральні каротиноїди та аскорбінова кислота (вітамін С), що входять до складу олії з калинових кісточок, захищають організм від онкологічних захворювань, надають могутню антиоксидантну дію і перешкоджають передчасному старінню [4].

Завдяки біологічно активним речовинам, що містяться у нетрадиційній сировині, можна регулювати технологічний процес і створювати продукти з направленими оздоровчими властивостями. Таким чином, додавання до складу хлібобулочних виробів порошків з вичавків ягід калини дозволить поліпшити їхню харчову цінність і завдяки наявності в порошках речовин-антиоксидантів збільшити термін зберігання. Отже, дослідження можливості використання добавок з продуктів переробки плодів калини в технології хлібобулочних виробів є актуальним питанням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використанню нетрадиційної сировини та харчових добавок у виробництві продуктів харчування присвячено роботи вітчизняних та зарубіжних учених: А. М. Дорохович, В. І. Дробот, М. М. Калакури, Л. І. Карнаушенко, І. В. Сирохмана, С. Я. Корячкиної, В. Sullivan та ін. Показано, що перспективними є продукти з пророщених бобових (гороху, квасолі), насіння соняшнику, плодів та овочеві порошки, водорості, солодові екстракти, гарбузове пюре, пюре цибулі, топінамбура, порошок кропиви, горобини звичайної, чорниці, шипшини, цикорію, кави, горобини чорноплідної, глоду, плодів калини та ін. [1; 2; 5–14].

Уперше дані щодо вивчення хімічного складу калини були опубліковані у 1844 р. Н. Kremer, який повідомив про виділення ним із кори калини сливолистої гіркої речовини вібурніну. Пізніше подібний глікозид був виділений Н. van Allen у 1880 р.,

T. Shenmann у 1897 р. і E. Cowmann Donijov у 1902 р. із листків *Viburnum tinus* та кори *Viburnum rufidulum* Raf., *Viburnum alnifolium* Marsh. і *Viburnum trilobum* L. [15; 16]. У 1976 році Г. Вигоров спільно зі співавторами повідомили про наявність вібурніну у плодах *Viburnum opulus* L. При гідролізі виділеного глікозиду отримували глюкозу та маннозу, а також мурашину, оцтову, валеріанову та ізовалеріанову кислоти. Встановлено також [4], що плоди калини є джерелом вітаміну К, вітаміну С та каротиноїдів. Аскорбінова кислота, або вітамін С, сильний антиоксидант і хелатуючий агент.

Спеціалісти Івано-Франківської асоціації «Карпатхарчпром» на основі калини розробили рецептури і технології на окремі продукти і напівфабрикати лікувально-профілактичного призначення. Учені Івано-Франківського національного медичного університету на основі калини розробляють нові високоефективні лікарські засоби. Кафедра економічної теорії ім. академіка З. О. Маніва Івано-Франківського університету права ім. Короля Данила Галицького спільно з фахівцями харчової промисловості і лісового господарства дослідили перспективи використання дикорослих плодів, ягід і грибів в умовах Прикарпаття для виробництва продукції лікувально-профілактичного призначення [8].

Калина є високоефективною сировиною для перероблення і має широкий спектр використання у харчуванні [9]. Наприклад, у різного роду підливах, приправах, як компонент у лікєро-горілчаному виробництві, популярним є сік калини з медом. Її використовують у народній медицині. Так, відвар з калини народна медицина століттями використовує як ефективний засіб для лікування початкової стадії гіпертонії. Настій і відвар ягід допомагає у разі язви шлунка і дванадцятипалої кишки. Калиновий сік з медом використовують для лікування захворювань печінки, шлунка, а також для лікування окремих видів ракових захворювань.

Після переробки плодів калини на протерту масу залишається 30...35 % вичавків (шкірка, насіння). Високий вміст катехинів у порошку, отриманому з вичавків калини, дозволяє використовувати його як стабілізатор основного пігменту буряка при отриманні червоного харчового барвника. Смак солодкувато терпкий зі слабкою гіркуватістю. Барвник має стійкість при виробленні з ним кондитерських виробів при будь-якому значенні рН [17]. Олія калини є фракцією нейтральних ліпідів, містить 0,015 % вітаміну Е, 0,005 % каротиноїдів, з яких 0,002 % – β -каротин [4; 18; 19].

На сьогодні існують розробки рецептур бісквітів з використанням рослинних порошоків [11; 20], насіння соняшнику і льону, морквяного і яблучного пюре, соків, сиропів. За рахунок вмісту в готових бісквітах порошоків плодів ягід їх хімічний склад збагачується найважливішими мікронутрієнтами – вітамінами (С, В1, В2, РР, А, Е), бета-каротином, мінеральними речовинами (К, Na, Ca, Mg, P, Fe), незамінними амінокислотами, харчовими волокнами і поліфенольними сполуками.

Перевага застосування порошоків над іншими напівфабрикатами (концентровані соки, екстракти, пюре, сиропи) полягає в тому, що вони зручні у транспортуванні, добре зберігаються, містять більше поживних речовин на одиницю ваги. Порошки з ягід калини, гілочок, листя, кори, коріння можна використовувати у виготовленні різних настоянок, напоїв, чаїв, їх можна купажувати з іншими порошками і використовувати як компоненти для виробництва лікарських засобів, харчових добавок, а також наповнювачів для виробництва продукції лікувально-профілактичного призначення [10]. Отже, дослідження можливості використання порошку з вичавків ягід калини в технології хлібобулочних виробів є актуальним питанням сьогодення.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз наукової літератури доводить актуальність і перспективність використання функціональних добавок рослинного походження як при комплексній переробці лікарської рослинної сировини, так і використання відходів харчової промисловості при впровадженні у харчовій

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

і фармацевтичній промисловості. Разом з тим значна кількість відходів таких галузей харчової промисловості, як сокоекстракційна, виноробна, кондитерська найчастіше утилізуються, незважаючи на очевидну вигоду їх переробки.

Крім того, незважаючи на різноманітність існуючих рослинних добавок, вибір призначених для приготування хлібобулочних виробів обмежений. У цьому аспекті перспективним є використання відходів переробки дикорослих ягід калини, що широко розповсюджені у Чернігівській області, мають цінний вітамінний та мінеральний склад, антиоксидантні властивості і практично не використовуються в технології подібних виробів.

Мета статті. Метою роботи є дослідження впливу порошку з вичавків ягід калини (шкірка та насіння) на властивості тіста та якість пшеничного хліба.

Викладення основного матеріалу. Для отримання порошку з вичавків ягід калини сировину висушували і подрібнювали до частинок розміром 0,10...0,15 мм. Порошок є однорідною масою жовто-коричневого кольору зі смаком і запахом, властивим вихідній сировині (табл. 1). За органолептичними показниками він є оригінальною смаковою добавкою, а також білковим і вітамінним збагачувачем для отримання продуктів підвищеної біологічної цінності [18; 19].

Таблиця 1

Органолептичні і фізико-хімічні показники порошку вичавків калини

| Найменування показників | Характеристика |
|---|---|
| Зовнішній вигляд | Дрібнодисперсний сухий порошок |
| Колір | Світло-цегляний |
| Смак і запах | Відповідний цьому продукту, без сторонніх запахів |
| Масова частка вологи, % ГОСТ 24027.2-80 | 8,0±2,0 |
| Значення рН | 2,7±0,2 |
| Вміст дубильних речовин, % ГОСТ 24027.2-80 | 6,42 |
| Зольність, ГОСТ 24027.2-80 | 2,78 |
| Вміст вітаміну С мг/100 г ГОСТ 24556-89 | 30...60 |

Масова частка вологи знаходиться у допустимих межах, згідно з нормативною документацією на харчові порошкові добавки.

Високий вміст дубильних речовин є бажаним показником, оскільки надає протизапальні, протимікробні властивості і дозволить при подальшому використанні порошку отримати продукт оздоровчого призначення, а також сприяє інактивації амілаз, що, у свою чергу, призводить до меншого розрідження тіста під час бродіння.

Низький рівень рН дає змогу гальмувати дію α -амілази при випіканні хліба, скорочувати період утворення під її впливом декстринів, що запобігає підвищенню липкості.

Вміст вітаміну С у складі порошоків (досліджували йодометричним методом шляхом прямого титрування робочим розчином – 0,005 н I_2) залежить від режиму сушіння. Так, після сушіння вичавків ягід калини за температури 60°C вміст вітаміну С становить 30 мг/100 г, а після висушування за температури повітря – 60 мг/100 г.

Компонентний склад летких речовин рослинного екстракту з вичавків ягід калини вивчали методом хромато-мас-спектрометрії на газовому хроматографі «FINIGANFOCUS» з мас-селективним детектором фірми TermoElectronics. Газ-носіє – гелій, потік газу-носія в колонці 1,2 мл/хв. Іонізація електронним ударом з енергією електронів 70 еВ. Ідентифікували компоненти, зіставляючи час утримування піків на хроматограмі і повних мас-спектрів окремих компонентів з відповідними результатами для чистих сполук у бібліотеці мас-спектрів «NIST-5» та також з використанням лінійних індексів утримування. Встановлення кількісного вмісту екстрагованих сполук проводили газовим хромато-мас-спектральним методом, при кількісному визначенні за зовнішнім стандартом.

Згідно з отриманими даними хромато-мас-спектрального аналізу у складі водно-етанольного екстракту порошку вичавків ягід калини міститься 37 індивідуальних речовин (рис. 1). Всі вони є відомими сполуками, які ідентифіковано за мас-спектрами і лінійними індексами утримання.

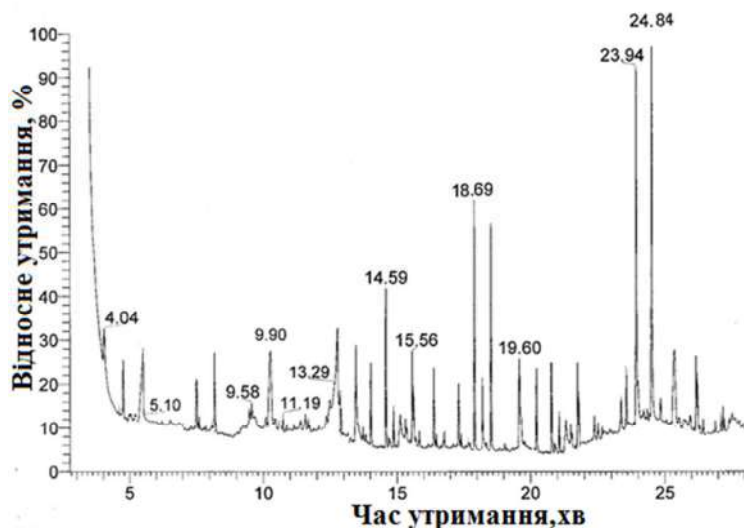


Рис. 1. Хроматограма водно-спиртового екстракту з вичавків ягід калини

Основними компонентами є (%):

- *біофлавоноїди* (мають високу антиоксидантну, протизапальну, кардио- и радіопротекторну дію та ін.) – кемпферол (7,0), кверцетин (6,1), міріцетин (5,3), кверцетин-3-моноглюкозид (7,2), кверцетин-3-моноглюкуронозид (3,4); катехін (2,6), епікатехін (2,0);

- *тритерпени* (мають протизапальну, антиоксидантну, протипухлинну, антивірусну, гепатопротекторну, жовчогінну дію, підвищують захисні сили організму, використовують для профілактики онкозахворювань) – α -каріофілен (1,2), линалоол (2,1), нерол (5,1), бетулін (2,2), α -терпінеол (1,1), борнеол (1,0), карвакрол (3,0), гераніол (8,1);

- *насичені, ненасичені жирні та ароматичні кислоти* – галова (3,3), октадеканова (4,2), лінолева (4,0), гексадеканова (5,3), (9Z)-октадеценева (6,0), елагова (2,4), 1,2-бензолдикарбонова (0,1);

- *альдегіди* – бензойний (2,2), бузковий (3,0), коричний (3,5), Е-цитраль (1,3), гексаль (0,3);

- *спирти* – гексан-2-ол (1,0), фенілетиловий (1,3), α -терпеніол (1,1), бензиловий (0,2), етилбутаноат (0,2), (Z)-2-гексен-1-ол (0,1);

- *природний фітоалексин* – ресвератрол (1,4) – має сильну антиоксидантну активність.

Таким чином, спиртовий екстракт містить широкий ряд органічних сполук, більшість яких має високі антиоксидантні, протимікробні та протизапальні властивості і є перспективними для створення різних видів харчової продукції з високою біологічною активністю.

Для з'ясування закономірностей дії порошку з вичавків ягід калини на процеси, які відбуваються при виготовленні хліба пшеничного, досліджено вплив цієї добавки на основну сировину для хлібопекарського виробництва – борошно і дріжджі. Для експерименту використовували борошно з такими показниками якості: вологість – 14,5 %, кислотність – 3,0 град, зольність – 0,52 %, вміст сирової клейковини – 26,4 %. Порошок калини додавали в концентрації (%) – 2, 4, 6 від маси борошна. Як контроль використовували зразок тіста без добавок. Визначали вологість, кислотність, підйомну силу та газоутримувальну здатність тіста (табл. 2).

Таблиця 2

Результати дослідження якості тіста

| Показники | Контроль | Зразок № 1 | Зразок № 2 | Зразок № 3 |
|--|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Дозування добавки, % | – | 2 | 4 | 6 |
| Вологість тіста, % | 43,5 | 43,5 | 43,5 | 43,5 |
| Температура початкова, °С | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 |
| Температура кінцева, °С | 28 | 28 | 28 | 28 |
| Кислотність початкова, град | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,7 |
| Кислотність кінцева, град | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 2,9 |
| Підйомна сила тіста, с | 300 | 105 | 110 | 120 |
| Питомий об'єм тіста, м ³ /кг | 3,1 | 3,3 | 3,3 | 3,1 |
| Органолептичні характеристики тіста | | | | |
| Колір | Світлий | Жовтуватий відтінок | Жовтий | Сіро-жовтуватий |
| Смак | Властивий цьому виробу | Ледь помітний присмак ягід калини | Більш виражений присмак ягід калини | Добре виражений присмак ягід калини |
| Запах | Без стороннього запаху | Із незначним запахом добавки | Більш виражений запах | Виражений запах ягід калин |
| Консистенція | Однорідна | Однорідна | Однорідна | Однорідна |
| Параметри бродіння тіста: | | | | |
| Тривалість, хв | 130 | 100 | 100 | 120 |
| Температура, °С | 28 | 28 | 28 | 28 |
| Параметри вистоявання тістової заготовки: | | | | |
| Тривалість, хв | 35 | 30 | 30 | 30 |
| Температура, °С | 28 | 28 | 28 | 28 |

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що додавання порошку з вичавків ягід калини, у порівнянні з контрольним зразком, позитивно впливає на основні характеристики тіста, а саме:

- початкова кислотність тіста збільшується, відбувається гальмування дії амілази при випіканні хліба, що попереджує утворення низькомолекулярні декстринів і запобігає підвищенню липкості м'якушки хліба;

- кінцева кислотність тіста збільшується через наявність продуктів, які мають кислу реакцію – переважно за рахунок утворення і накопичення ряду кислот, таких як молочна, оцтова, лимонна та інші органічні кислоти. Основну роль у цьому відіграють молочнокислі бактерії, частина яких міститься у борошні і дріжджах. Оскільки порошок з вичавків калини має рівень рН 2,7, то зі збільшенням його дозування відбувається підкислення тіста. Отже, порошок з вичавків ягід калини стимулює утворення і накопичення кислот, які позитивно впливають на інтенсивність розмноження дріжджових клітин – це дає змогу значно скоротити термін бродіння тіста;

- підйомна сила тіста збільшується, тобто порошок стимулює розмноження дріжджових клітин, що дозволяє скоротити термін бродіння тіста. Оптимальне значення дозування порошку становить 2...4 %.

На якість хліба, його об'єм, пористість значною мірою впливає еластичність клейковини, здатність її клейковинного каркаса утримувати вуглекислий газ, що виділяється під час бродіння – у результаті виробу виходять пухкі, гарного об'єму і правильної форми. Показником, що характеризує здатність тіста утримувати CO₂, може бути збільшення об'єму тіста в процесі бродіння (рис. 2).

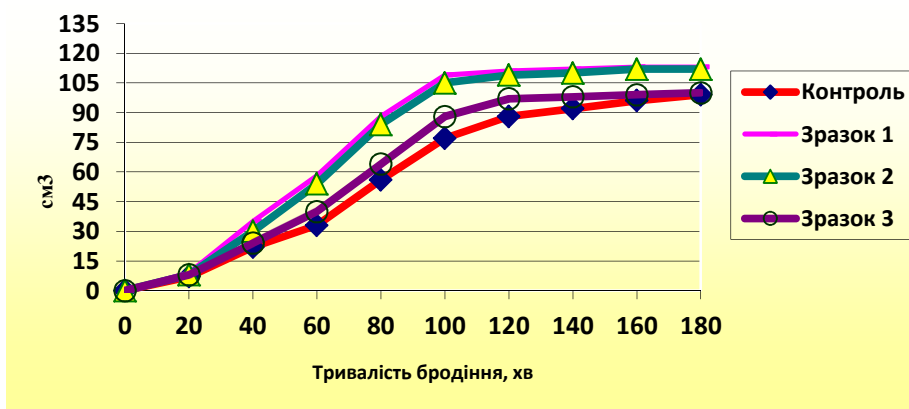


Рис. 2. Графік залежності зміни об'єму тіста у циліндрі від тривалості бродіння

Досліди показали, що за вмістом 2...4 % порошку з вичавків ягід калини питомий об'єм тіста збільшується внаслідок інтенсифікації бродіння, це супроводжується збільшеним виділенням CO_2 . Додавання більшої кількості порошку (до 6 %) призводить до зменшення газотримувальної здатності.

Ферментативну активність дріжджів оцінювали за зимазною та мальтазною активністю за допомогою мікрогазометра Єлецького. На рис. 3 наведено порівняльні дані з порошком з вичавків обліпихи [21].

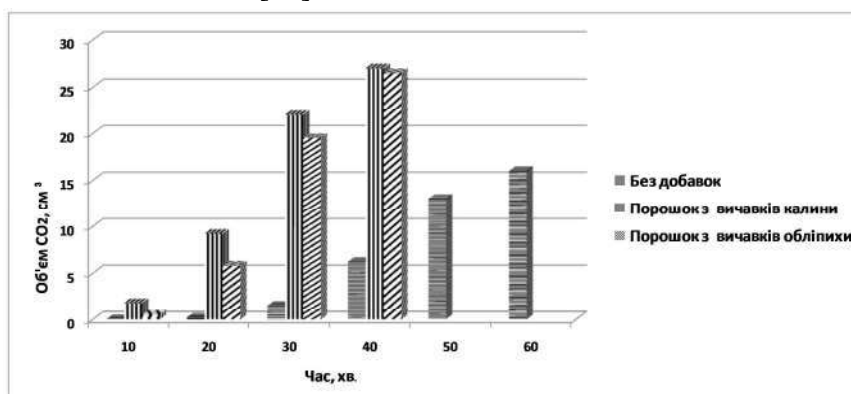


Рис. 3. Результати зимазної активності дріжджів при додаванні порошоків з вичавків калини та обліпихи

Дріжджі вважаються якісними, якщо їх зимазна активність не перевищує 60 хв, мальтазна – 100 хв. Без досліджуваних добавок зимазна активність дріжджів становить 48 хв, тоді як у присутності порошку з вичавків калини – 22 хвилини, а обліпихи – 26 хв. Тобто зимазна активність зростає у 1,8...2,2 разу, що дозволить скоротити технологічний процес виробництва хліба. За 40 хвилин об'єм виділеного вуглекислого газу становить (cm^3): без добавок – 6,2; з порошком з вичавків калини – 27; з порошком з вичавків обліпихи – 26,5.

Якість хліба визначали за методикою проведення лабораторних пробних випічок тіста [22; 23], що приготовані із борошна, солі, води питної, дріжджів, порошку з вичавків калини безопарним способом згідно з ГОСТ 27669-88. Температура випікання 220°C , час – 45 хвилин.

Органолептичним способом оцінювали форму хліба, колір і зовнішній вигляд скоринки, смак і запах за методикою згідно з ГОСТ 27669-88. Контроль якості хліба здійснювали за фізико-хімічними властивостями – вологістю (за ГОСТ 21094-75), кислотністю (прискореним методом ГОСТ 5670-96), пористістю (за ГОСТ 5669-96). Крих-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

куватість та кількість води, яку поглинає м'якушка, визначали за методикою [22, с. 181]. Зведені показники якості готових виробів представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Показники якості готових виробів хліба пшеничного

| Показники | Контроль | Зразок № 1 | Зразок № 2 | Зразок № 3 |
|--|--|--|--|--|
| Дозування добавки, % | – | 2 | 4 | 6 |
| Упікання, % | 13,42 | 13,37 | 13,23 | 13,18 |
| Усихання, % | 0,54 | 0,4 | 0,27 | 0,13 |
| Вологість м'якушки, % | 42,4 | 43,0 | 43,2 | 43,4 |
| Кислотність м'якушки, град | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,1 |
| Пористість м'якушки, % | 73,9 | 75,8 | 75,1 | 74,7 |
| Показник кришкуватості хліба, % | 24 | 20 | 17,3 | 14,8 |
| Кількість води, яку поглинає м'якушка хліба, % | 291,6 | 285,0 | 297,3 | 310,2 |
| Органолептичні показники | | | | |
| Колір і стан поверхні | Гладенька, однорідні пухирці, без підривів | Гладенька, однорідні пухирці, без підривів | Гладенька, однорідні пухирці, без підривів | Гладенька, однорідні пухирці, без підривів |
| Колір і стан м'якушки | Світлий, пориста | Із сіруватим відтінком, пориста | Сіруватий, добре пориста | Сіруватий, добре пориста |
| Смак | Властивий цьому виробу | Ледь помітний присмак калини | Більш виражений присмак калини | Добре виражений присмак калини |
| Запах | Без стороннього запаху | Із незначним запахом добавки | Більш виражений запах добавки | Добре виражений запах добавки |

Результати досліджень показали, що вологість пшеничного хліба зростає від 0,6 до 1,0 % зі збільшенням дозування порошку з вичавків калини. Це можна пояснити значним вмістом у ягодах калини пектинових речовин, які здатні зв'язувати більшу кількість води і перешкоджати її випаровуванню. Кількість води, яку поглинає м'якушка хліба, в усіх досліджених зразках зростає порівняно з контролем. Це може бути пов'язано з наявністю електролітів, що містяться у клітинах порошку і потрапляють у тісто. Вони збільшують гідратацію молекул білків і осмотичний тиск у системі, що зміцнює зв'язок з капілярною водою та сприяє стабілізації тіста. Внаслідок цього збільшується еластичність м'якушки хліба, у процесі зберігання м'якушка здатна поглинати більшу кількість води. Це дозволить збільшити термін зберігання готових виробів.

При додаванні у тісто плодових порошоків підвищується кислотність готових виробів, але вона знаходиться в межах вимог до виробів із пшеничного борошна вищого сорту. Підвищення кислотності дозволяє подовжити термін зберігання хліба і призупинити розвиток різної хвороботворної мікрофлори, наприклад, картопляної палички.

У процесі випікання із хліба видаляється волога, що обумовлює втрату маси виробу, яка характеризується упіканням. Упікання – важливий технологічний показник, що визначає вихід готових виробів. Додавання порошку калини сприяє зниженню величини упікання на 0,05...0,24 %. Це, очевидно, пов'язано з властивістю порошку утримувати додаткову вологу в продукті. Такі складові порошку, як пектин, клітковина мають більш високу енергію зв'язку води, ніж крохмаль борошна. Отже, за рахунок додавання порошку калини в різних концентраціях до хліба із пшеничного борошна вищого ґатунку уповільнюється процес вологовіддачі і це забезпечує зменшення упікання виробів.

Аналізуючи якість готових виробів, особливу увагу приділено пористості виробів, яка впливає на органолептичні, структурно-механічні та технологічні показники якості хліба. Показник загальної пористості ми розглядали як кількісну характеристику пишності ви-

робів, оскільки збільшення цього показника свідчить про те, що зростає об'єм виробів і знижується їх твердість. При додаванні 2 % плодового порошку калини пористість готового хліба підвищується на 1,9 %, зі збільшенням дозування порошку – пористість дещо знижується. Це можна пояснити більшою дисперсією плодового порошку, ніж пшеничного борошна. Мінеральні речовини, вітаміни і кислоти, що містяться в калині, стимулюють роботу дріжджових клітин розщеплювати цукор на спирт і вуглекислий газ, який розпушує тісто, роблячи його пористим. Чим вище пористість виробів, тим довше вони зберігають свіжість і краще засвоюються організмом. З огляду на отримані дані, бажаним дозуванням порошку калини має бути 2 % до маси борошна.

Кришковатість характеризує свіжість хліба або ступінь його черствіння. Кришковатість м'якушки зменшується при додаванні порошку з вичавків калини в порівнянні з контрольним зразком. Здатність калини знижувати кришковатість хліба може бути пов'язана з обволіканням частково клейстеризованих зерен крохмалю і сповільненням їх ущільнення внаслідок кристалізації амілози та амілопектину під час зберігання.

Крім фізико-хімічних показників якості, важливими споживчими властивостями продукту є органолептичні. Дослідження органолептичних показників якості свідчить про те, що хліб з різними концентраціями добавки відрізнялися від контрольного зразка за станом скоринки, зокрема при збільшенні додавання плодового порошку до 6 % до маси борошна вона стає шорсткуватою. За результатами дегустації встановлено, що запах та смак готових виробів не погіршується і відчувається приємний присмак порошку калини. У разі збільшення дозування до 6 % присмак цього порошку стає більш вираженим. Хлібні вироби мають більш рівномірну, тонкостінну, еластичну м'якушку, порівняно з контрольним зразком.

Строки зберігання хліба обчислюються з часу виходу його з печі. Проведено порівняльні дослідження контрольного і дослідного зразків до появи перших ознак псування при зберіганні у харчовій плівці за температури 22...24 °С. Термін зберігання хліба пшеничного (контрольний зразок) – 90 годин, хліба з добавкою порошку з вичавків ягід калини (2 %) – 153 год. Після цього з'являються ознаки псування – запах, цвіль. Таким чином, термін зберігання хліба збільшується у 1,7 разу при додаванні порошку з вичавків ягід калини до рецептури хліба пшеничного.

Висновки і пропозиції. Отримані результати обумовлюють перспективність використання порошоків з вичавків ягід калини (відходи виробництва соків і вин) при виробництві хлібобулочних виробів. Вони збагачують вироби вітамінами, органічними кислотами, антиоксидантами. Наявність речовин з антиоксидантними властивостями зумовлює уповільнення окисних процесів, що відбуваються під час випікання та зберігання виробів – термін зберігання хліба збільшується у 1,7 разів. Збагачений порошком з вичавків калини хліб характеризується більшим об'ємом і кращою пористістю, запах та смак готових виробів не погіршується і відчувається приємний присмак ягід калини.

Використання порошку з вичавків ягід калини скорочує тривалість визрівання тіста на 25 %, порівняно з безопарним способом без внесення добавок. Внесення порошку сприяє інтенсифікації мікробіологічних, колоїдних, фізико-хімічних процесів, які і забезпечують більш швидке дозрівання тіста.

Список використаних джерел

1. Дробот В. Поговоримо ще раз про харчові добавки та їх функціональну роль в технологічному процесі / В. Дробот // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 5. – С. 8–10.
2. Дробот В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности / В. И. Дробот. – К. : Урожай, 1988. – 152 с.
3. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / відп. ред. А. М. Гродзінський. – К. : Видавництво «Українська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. – 544 с.
4. Солодовниченко Н. М. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати : навч. посіб. з фармакогнозії з основами біохімії лікар. рослин для студ. вищих фармацев. навч. закладів III-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

IV рівнів акред. / Н. М. Солодовниченко, М. С. Журавльов, В. М. Ковальов. – 2-ге вид. – Х. : Вид-во НФаУ; МТК-книга, 2003. – 408 с.

5. *Крючков В. А.* Использование выжимок плодов и ягод для получения продуктов, обогащенных пектином / В. А. Крючков, Г. Н. Новоселова, Н. В. Марина // Нетрадиционное растениеводство. Экология и здоровье : материалы X междунар. симпозиума. – Симферополь, 2001. – С. 657.

6. *Дробот В.* У хліба з гарбузовим порошком більший об'єм і така ж пористість / В. Дробот, Н. Суха // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. – № 7. – С. 6–7.

7. *Влияние* продуктов переработки дикорастущих плодов на качество хлебо-булочных изделий / [А. С. Джабоева, Л. Г. Шалова, А. С. Кабалоева, З. С. Думанишева] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 1. – С. 43–44.

8. *Касіянчук В. Д.* Перспективи використання дикорослих плодів, ягід і грибів в умовах Прикарпаття для виготовлення продукції лікувально-профілактичного призначення / В. Д. Касіянчук, М. М. Ковач, М. В. Касіянчук // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.7. – С. 152–155.

9. *Домарецький В. А.* Технологія екстрактів, концентратів та напоїв із рослинної сировини : підручник / В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський, М. Г. Михайлов. – К. : Вінниця: Нова Книга, 2005. – 408 с.

10. *Маковская И. С.* Анализ и перспективы использования калины в производстве плодоягодных сиропов функционального назначения / И. С. Маковская, С. В. Новоселов // Ползуновский альманах. – 2011. – № 4/2. – С. 137–145.

11. *Пащенко В. Л.* Плоды боярышника – перспективный ингредиент в технологии производства бисквита / В. Л. Пащенко, Т. Ф. Ильина, Т. И. Ермоленко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 3. – С. 56–57.

12. *Полякова А. В.* Вплив рослинних добавок на якість клейковинного комплексу пшеничного борошна / А. В. Полякова, О. О. Шубін // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2007. – Вип. 58. – С. 250–254.

13. *Вплив* цикорію, кави, лимонного соку на ферментативну активність дріжджів та якість пшеничного хліба / О. Савченко, О. Сиза, Ю. Зінченко, Т. Деркач, М. Михайлова // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2016. – № 1 (3). – С. 228–233.

14. *Румянцева Г. Н.* Влияние микробных ферментов на процесс получения пищевых волокон из растительного сырья / Г. Н. Румянцева, С. В. Макурина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 8. – С. 48.

15. *Ширко Т. С.* Биохимия и качество плодов / Т. С. Ширко, И. В. Ярошевич. – М. : Минск: Наука и техника, 1991. – 294 с.

16. *Изучение* липидного комплекса жомы плодов калины обыкновенной / И. С. Кузьмич, О. В. Нестерова, В. И. Деменко, В. А. Попков, С. В. Кондрашев // Фармацевтическая наука и практика в новых социальных условиях : сборник трудов НИИФ. – М., 1997. – Т. 37. – С. 187–192.

17. *А.с. 1231860 СССР.* Способ получения пищевого красителя из свеклы / В.А. Крючков, Т.Н. Генцелова, Г.Н. Новоселова и др. (СССР); заявл. 03.07.84.

18. *Турчина Т.* Фізико-хімічний склад і структуруюча здатність рослинних матеріалів розпилювального сушіння / Т. Турчина // Харчова і переробна промисловість. – 2008. – № 5. – С. 17–19.

19. *Блажей А.* Фенольные соединения растительного происхождения / А. Блажей, Л. Шутый. – М. : Мир, 1977. – 239 с.

20. *Патент 117433 (UA).* Состав кексу «Яблучний» / В. М. Челябієва, О. І. Сиза, О. М. Савченко, О. Ю. Семенюк ; власник Чернігівський національний технологічний університет. – № u201700474 ; заявл. 18.01.2017 ; опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12.

21. *Функціонально-технологічні властивості* порошоків з вичавків плодів культур у харчових технологіях / О. І. Сиза, О. М. Савченко, Я. І. Гулова, Ю. С. Яцко // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, Чернігів, 26-29 квітня 2016 р. – Чернігів : ЧНТУ, 2016. – С. 228–230.

22. *Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва* : навчальний посібник / за ред. В. І. Дробот. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.

23. *ДСТУ 7517:2014* «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови».

References

1. Drobot, V. (2011). Pohovorymo shche raz pro kharchovi dobavky ta ikh funktsionalnu rol v tekhnolohichnomu protsesi [Let's talk again about nutritional supplements and their functional role in

the technological process]. *Khlibopekarska i kondyterska promyslovist Ukrainy - Bakery and confectionery industry of Ukraine*, issue 5. pp. 8-10 (in Ukrainian).

2. Drobot, V.I. (1988). *Ispolzovanie netraditsionnogo syria v khlebopekarnoi promyshlennosti [Use of non-traditional raw materials in the baking industry]*. Kyiv: Urozhay (in Russian).

3. Hrodzinskyi, A.M. (1992). *Likarski roslyny: Entsyklopedychnyi dovidnyk [Medicinal plants: Encyclopedic reference book]*. Kyiv: Vydavnytstvo „Ukrainska entsyklopediia” im. M.P. Bazhana, Ukrainskyi vyrobnycho-komertsiiniyi tsentr „Olimp” (in Ukrainian).

4. Solodovnychenko N.M. (2003). *Likarska roslynna syrovyna ta fitopreparaty [Medicinal herbal and phytopreparations]*. Kharkiv: Vyd-vo NFaU; MTK-knyha (in Ukrainian).

5. Kryuchkov, V.A. & Novoselova, G.N., Marina, N.V. (2001). *Ispolzovanie vyzhimok plodov i iagod dlia polucheniiia produktov, obogashchennykh pektinom [Use of fruit and berries for obtaining products enriched with pectin]*. *Netraditsionnoe rasteniievodstvo. Ekologiiia i zdorove: materialy X mezhdunar. simpoziuma – Unconventional plant growing. Ecology and health: materials X international. symposium (Simferopol, 2001)*. Simferopol (in Ukrainian).

6. Drobot V. & Sukha, N. (2008). *U khliba z harbuzovym poroshkom bilshyi obiem i taka zh porystist [In bread with pumpkin powder, larger volume and the same porosity]*. *Khlibopekarska i kondyterska promyslovist Ukrainy – Bakery and confectionery industry of Ukraine*, issue 7, pp. 6–7 (in Ukrainian).

7. Dzhaboeva A.S., Shalova L.G., Kabaloeva A.S., Dumanisheva Z.S. (2008). *Vliyanie produktov pererabotki dikorastushchikh plodov na kachestvo khlebo-bulochnykh izdeliy [Influence of products of processing of wild-growing fruits on quality of bakery products]*. *Khranenie i pererabotka selkhozsyria – Storage and processing of agricultural raw materials*, issue 1, pp. 43–44 (in Ukrainian).

8. Kasiianchuk, V.D., Kovach, M.M., Kasiianchuk, M.V. (2013). *Perspektyvy vykorystannia dykoroslykh plodiv, yahid i hrybiv v umovakh Prykarpattia dlia vyhotovlennia produktsii likuvalno-profilaktychnoho pryznachennia [Prospects for the use of wild fruits, berries and mushrooms in the conditions of the Precarpathian region for the production of products for treatment and prophylactic purposes]*. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, issue 23.7, pp. 152–155 (in Ukrainian).

9. Domaretskyi, V.A., Prybyl'skyi, V.L., Mykhailov, M.H. (2005). *Tekhnolohiia ekstraktiv, kontsentrativ ta napoiv iz roslynnoi syrovyny [Technology of extracts, concentrates and beverages from plant raw materials]*. Kyiv : Vinnytsia: Nova Knyha (in Ukrainian).

10. Makovskaya, I.S., Novoselov, S.V. (2011). *Analiz i perspektyvy ispolzovaniia kaliny v proizvodstve plodo-iagodnykh siropov funktsionalnogo naznachennia [Analysis and prospects of using kalini in the production of fruit-berry syrups of functional purpose]*. *Polzunovskii almanakh – Polzunovskiy almanakh*, issue 4/2, pp. 137-145 (in Russian).

11. Pashchenko, V.L. & Ilina, T.F., Ermolenko, T.I. (2010). *Plody boiaryshnika – perspektivnyi ingredient v tekhnologii proizvodstva biskvita [The fruits of hawthorn - a promising ingredient in the technology of biscuit production]*. *Khranenie i pererabotka selkhozsyria – Storage and processing of agricultural raw materials*, issue 3, pp. 56–57 (in Russian).

12. Poliakova, A. V., Shubin, O.O. (2007). *Vplyv roslynnykh dobavok na yakist kleikovynnoho kompleksu pshenychnoho boroshna [Influence of plant additives on the quality of gluten-free complex of wheat flour]*. *Visnyk KhNTUSH im. P. Vasilenka – Herald of KhNTUSG them. P. Vasilenko*, no. 58, pp. 250–254 (in Ukrainian).

13. Savchenko, O., Syza, O., Zinchenko, Yu., Derkach, T., Mykhailova, M. (2016). *Vplyv tsykoriuu, kavy, lymonnoho soku na fermentatyvnu aktyvnist drizhdzhiv ta yakist pshenychnoho khliba [Influence of chicory, coffee, lemon juice on fermentative activity of yeast and quality of wheat bread]*. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, no. 1(3), pp. 228–233 (in Ukrainian).

14. Rumyantseva, G.N., Makurina, S.V. (2007). *Vliyanie mikrobynykh fermentov na protsess polucheniiia pishchevykh volokon iz rastitelnogo syria [Influence of microbial enzymes on the process of obtaining dietary fiber from plant material]*, *Khranenie i pererabotka selkhozsyria – Storage and processing of agricultural raw materials*, no. 8, pp. 48 (in Russian).

15. Shirko, T.S., Yaroshevich, I.V. (1991). *Biokhimiya i kachestvo plodov [Biochemistry and quality of fruit]*. Minsk: Science and technology (in Belarus).

16. Kuzmich I.S., Nesterova O.V., Demenko, V.I., Popkov, V.A., Kondrashev, S.V. (1997). *Izuchenie lipidnogo kompleksa zhoma plodov kaliny obyknovnoyi [Study of the lipid complex of fruit pulp of Kalina ordinary]*. *Farmatsevticheskaia nauka i praktika v novykh sotsialnykh usloviakh:*

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

sbornik trudov NIIF – *Pharmaceutical science and practice in the new social conditions: a collection of works by NIIF*, vol. 37, pp. 187–192 (in Russian).

17. Kryuchkov, V.A., Gentsseleva, T.N., Novoselova, G.N. (ed.) (1984). *Sposob polucheniia pishchevogo krasitelia iz svekly [Method for obtaining food coloring from beetroot]*. A.s. no 1231860. SSSR.

18. Turchyna, T. (2008). Fyzyko-khimichni sklad i strukturuuucha zdatnist roslynnykh materialiv rozpyliuvalnoho sushinnia [Physico-chemical composition and structural ability of plant materials of spray drying]. *Kharchova i pererobna promyslovist – Food and processing industry*, no. 5, pp. 17–19 (in Ukrainian).

19. Blazhey, A., Shutyy, L. (1977). *Fenolnye soedeneniia rastitel'nogo proiskhozhdeniia [Phenolic compounds of plant origin]*. Moscow: Mir (in Russian).

20. Cheliabiieva, V.M., Syza, O.I., Savchenko, O.M., Semeniuk, O.Yu. (2017). *Sklad keksu «Yabluchnyi» [Composition of Cupcake “Apple”]*. Patent UA no 117433.

21. Syza, O.I., Savchenko, O.M., Hulova, Ya.I., Yatsko, Yu.S. (2016). Funktsionalno-tehnolohichni vlastyvoli poroshkiv z vychavkiv plodovykh kultur u kharchovykh tekhnolohiiakh [Functional and technological properties of powders from fruit crops in food technologies]. *Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system: materialy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii – Comprehensive assurance of the quality of technological processes and systems: Materials of the VI international scientific-practical conference* (Chernihiv, 26-29 April 2016). Chernihiv: ChNTU, pp. 228–230 (in Ukrainian).

22. Drobot, V.I. (ed.) (2006). *Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarskoho ta makaronnoho vyrobnytstv [Laboratory Workshop on Bakery and Macaroni Technology]*. Kyiv: Center for Educational Literature (in Ukrainian).

23. *Khlib iz pshenychnoho boroshna. Zahalni tekhnichni umovy [Bread of wheat flour. General technical requirements]* (2014). DSTU 7517:2014. Kyiv: Derzhstandart Ukraine (in Ukrainian).

UDC 664.66.022.39

Olga Sizaya, Olesya Savchenko, Iryna Zhurok, Maryna Dorozhynska

POWDER FROM THE SCHROT OF BERRIES OF KALINA IN THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF WHEAT BREAD

Urgency of the research. The work of domestic and foreign scientists is devoted to the use of non-traditional raw materials and food additives in the production of food products. A.M. Dorokhovych, V.I. Drobot, M.M. Kalakura, L.I. Kar-naushenko, I.V. Sirohmana, S.Ya. Koryachkin, B. Sullivan, etc. It is shown that products with the use of powders with the drying of vegetables and fruits are promising.

Target setting. When processing berries, viburnum in the production of juices and wines annually accumulate waste - squeezees (peels and seeds) that contain valuable biologically active substances. The addition of baking powder to the bakery products from the schrot of berries of Kalina will improve their nutritional value and, due to the presence of antioxidant substances in the powders, to increase the shelf life. Thus, the study of the possibility of using additives from the products of processing fruits of viburnum in the technology of bakery products is an urgent issue today.

Actual scientific researches and issues analysis. The work of domestic and foreign scientists is devoted to the use of non-traditional raw materials and food additives in the production of food products. A.M. Dorokhovych, V.I. Drobot, M.M. Kalakura, L.I. Kar-naushenko, I.V. Sirohmana, S.Ya. Koryachkin, B. Sullivan, etc. It is shown that products with powders after drying vegetables and fruit are promising.

Uninvestigated parts of general matters defining. Despite the variety of existing herbal supplements, the choice for bakery products is limited. In this aspect, the use of waste from the schrot of berries of Kalina is promising.

The research objective. The aim of the work is to investigate the effect of powder from the schrot of berries of Kalina (peel and seeds) on the properties of the dough and the quality of wheat bread.

The statement of basic materials. To obtain powder from the squeezees of the berries, the rocks were dried and ground to particles of 0.10-0.15 mm. Powder is a homogeneous mass of yellow-brown color with the taste and smell inherent in the raw material. According to organoleptic parameters, it is an original flavoring supplement, as well as protein and vitamin enriched to produce products of high biological value.

To find out the regularities of the action of powder from the exhausting of berries on the processes that occur during the production of wheat bread, the effect of this additive on the main raw material for baking production - flour and yeast - has been investigated.

The quality of bread was evaluated according to the method of conducting laboratory test batches of dough prepared from flour, salt, water of drinking, yeast, and powder from the squeezees of the cranberry in an oozing way. The baking temperature is 220 °C, the time is 45 minutes.

The organoleptic method evaluated the bread form, the color and appearance of the crust, the taste and smell. The quality control of the finished bread was carried out according to the physical and chemical properties - humidity, acidity, porosity.

Adding powder from the squeegees of berries to the potatoes enriches the products with vitamins, organic acids, antioxidants. Presence of substances with antioxidant properties leads to deceleration of oxidative processes occurring during baking and storage of products - the storage period of bread increases by 1.7 times. Enriched with powders from currants, bread is characterized by greater volume and better porosity, the smell, taste of finished products does not deteriorate, and a pleasant taste of vanilla berries is felt.

The use of powder from the squeegees of the berries of the dew reduces the duration of maturation of the dough by 25%, as compared to the non-ooconical method without the addition of additives. The introduction of powder contributes to the intensification of microbiological, colloidal, physico-chemical processes, which provide faster maturation of the dough.

Conclusions. *The obtained results stipulate the prospects of using powders from schrot of berries of Kalina (waste products of juices and wines) in the production of bakery products. They enrich the products with vitamins, organic acids, antioxidants, reduce the duration of maturation of the test by 25% compared to the unpaired method without the addition of additives.*

Key words: *powder from the schrot of Kalina berries; wheat bread; physicochemical and organoleptic indices. Tabl.: 3. Fig.: 3. Bibl.: 23.*

УДК 664.66.022.39

Ольга Сизая, Олеся Савченко, Ирина Журок, Марина Дорожинская
**ПОРОШОК ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД КАЛИНЫ В ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА**

В статье рассмотрена возможность использования порошков, изготовленных из отходов производства соков и вин – выжимок ягод калины, в технологии производства хлеба пшеничного. Исследован химический состав порошка и его влияние на органолептические и физико-химические показатели качества теста и готовых изделий. Установлено, что введение порошка из выжимок ягод калины в рецептуру хлеба пшеничного позволяет получить высококачественную готовую продукцию с улучшенными структурно-механическими свойствами, повышенной биологической ценностью и увеличенными сроками хранения.

Ключевые слова: *порошок из выжимок ягоды калины; хлеб пшеничный; физико-химические и органолептические показатели.*

Tabl.: 3. Рис.: 3. Bibl.: 23.

Сиза Ольга Ілвівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Сизая Ольга Ильинична – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14035, Украина).

Sizaya Olga – Doctor in Technical Sciences, Professor, Head of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: syza7@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4624-9656>

ResearcherID: H-1156-2016

Scopus Author ID: 6602398626

Савченко Олеся Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Савченко Олеся Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14035, Украина).

Savchenko Olesya – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Food Technologies Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: savchenkolm68@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0385-7232>

ResearcherID: H-1217-2016

Scopus Author ID: 7006763332

Журок Ирина Миколаївна – магістр, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Журок Ирина Николаевна – магистр, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14035, Украина).

Zhurok Iryna – master, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: zurok@ukr.net

Дорожинська Марина Володимирівна – магістр, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Дорожинская Марина Владимировна – магистр, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14035, Украина).

Dorozhynska Maryna – master, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: marinkadoroz@gmail.com

Ірина Заморська

ВМІСТ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ЯГОДАХ СУНИЦІ САДОВОЇ ТА ПРОДУКТАХ ПЕРЕРОБКИ З НИХ

Актуальність теми дослідження. У харчовій промисловості існує проблема хімічного забруднення сировини та харчової продукції, що зумовлено діяльністю людини та неналежною сільськогосподарською практикою. Отже, важливим завданням є дослідження ризиків хімічних небезпек пов'язаних з харчуванням.

Постановка проблеми. Одним зі значних ризиків хімічного забруднення сировини та готової продукції є вміст токсичних елементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують дослідження вмісту токсичних елементів у свіжих фруктах та наслідків їх негативного впливу на здоров'я людини. Нормативні документи в Україні та світі регламентують максимально допустимий рівень токсичних елементів для плодово-ягідної продукції та продуктів харчування в цілому.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проте в науковій літературі не виявлено достатньої інформації про ризики виникнення небезпек, пов'язаних з вмістом токсичних елементів окремо у свіжих, заморожених ягодах суниці та продуктах переробки з них.

Мета дослідження. Метою цієї роботи є встановлення ризиків виникнення небезпек, пов'язаних з вмістом токсичних елементів у свіжих, заморожених ягодах суниці та найбільш популярних видах консервів з них.

Виклад основного матеріалу. Вміст токсичних елементів досліджували у свіжих, заморожених ягодах суниці сортів Русанівка, Полка, Дукач і Хоней, а також компотах, джемах, варенні та соках з ягід цих сортів методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Досліджено, що за вмістом токсичних елементів свіжі, заморожені ягоди суниці відповідають Державним гігієнічним правилам і нормам «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» та є істотно нижчими за ці показники. Вміст свинцю в ягодах виявлено на рівні 0,01...0,03, кадмію – 0,00008...0,002, міді – не вище 0,21, а нікелю – 0,02 мг/кг. Доведено, що процес заморожування не справив істотного впливу на вміст токсичних елементів в ягодах, що зумовлено неруйнівними технологічними операціями підготовки ягід суниці до заморожування. Встановлено, що вміст кадмію в консервах з суниці не перевищував 0,001 мг/кг продукту, а міді був у 24...500 разів нижче максимального встановленого рівня. Вміст нікелю знаходився в межах від 0,00002 до 0,023, заліза – 0,25–1,15 мг/кг, а свинцю – не виявлено.

Висновки. За вмістом токсичних елементів досліджувані зразки сировини та готової продукції відповідають Державним гігієнічним правилам і нормам «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», що затверджені в Україні. Ризик виникнення небезпек, пов'язаних з вмістом токсичних елементів у свіжих, заморожених ягодах суниці та продуктах переробки з них, низький.

Ключові слова: токсичні елементи; суниця; компот; джем; варення; сік.

Табл.: 2. Бібл.: 14.

Постановка проблеми. У галузі виробництва харчової продукції значна увага зосереджена на проблемі її безпечності у зв'язку зі зростанням ризиків забруднення сировини внаслідок антропогенної діяльності людини, неналежної сільськогосподарської практики та збільшенням кількості захворювань, що пов'язані з харчуванням через недосконалі технології виробництва.

Українське законодавство у сфері безпечності та якості харчової продукції передбачає впровадження на підприємствах харчової промисловості України моделі системи безпечності харчових продуктів, побудованої на процедурах НАССР, що охоплює контроль всього ланцюга виробництва харчового продукту від отримання сировини до реалізації готового продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним зі значних ризиків хімічного забруднення сировини та готової продукції є вміст токсичних елементів. Їх присутність може впливати на різні фізіологічні процеси в рослинному організмі: фотосинтез, дихання, транспірацію, проникність клітинних мембран. Шляхи потрапляння токсичних елементів у свіжу плодово-ягідну продукцію є різними. Якщо мідь і марганець потрапляють природним шляхом і можуть бути необхідними для рослин, то інші елементи – в результаті людської діяльності [1]. Основними забруднювачами продуктів харчування вважають кадмій, свинець і ртуть.

Відомо, що більшість токсичних елементів не піддаються біологічному розкладанню, мають тривалі біологічні періоди напіврозпаду та значний потенціал до накопичення, що призводить до негативних наслідків для здоров'я людини [2]. За даними M.N. Stefanut та ін. [3], свіжі фрукти можуть містити не більше 0,5 мг/кг миш'яку, 0,05 мг/кг кадмію, 0,5 мг/кг свинцю, 5 мг/кг цинку, 5 мг/кг міді, 0,05 мг/кг ртуті.

Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», що затверджені в Україні наказом МОЗ № 368 від 13.05.2013, не регламентують окремо вміст токсичних елементів у свіжих, заморожених ягодах суниці, а визначають їх максимальний рівень для свіжої та замороженої плодово-ягідної продукції загалом у кількості не більше: свинцю – 0,2, кадмію – 0,03, ртуті – 0,02 мг/кг.

Натомість при міжнародній торгівлі продуктами харчування контролюють окрім вищезазначених елементів, вміст заліза та стронцію [1; 4]. Відомо також про токсичний вплив на організм людини хрому, марганцю та нікелю [1; 5]. Спільні рекомендації Продовольчої і сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) та Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) щодо контамінантів у харчових продуктах регламентують вміст алюмінію, миш'яку, кадмію, свинцю, ртуті, метил ртуті та олова [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проте в науковій літературі не виявлено достатньої інформації про ризики виникнення небезпек пов'язаних з вмістом токсичних елементів окремо у свіжих ягодах суниці, заморожених та продуктах переробки з них.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є встановлення ризиків виникнення небезпек пов'язаних з вмістом токсичних елементів у свіжих ягодах суниці, заморожених та найбільш популярних видах консервів з них.

Виклад основного матеріалу. Об'єкти дослідження – свіжі, заморожені ягоди суниці садової сортів Русанівка, Полка, Дукаг і Хоней, а також компоти, джеми, варення та соки з ягід цих сортів.

Для отримання заморожених ягід суниці сировину інспектували,мили, підсушували та заморожували розсипом за температури $(-30 \pm 1) ^\circ\text{C}$, після чого ягоди фасували у поліетиленові пакети масою до 500 г, герметизували і зберігали протягом шести місяців за температури $(-18 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Для виробництва консервів ягоди суниці збирали у технічній стадії стиглості, відбираючи доброякісні плоди за ГОСТ 6828–89, очищували і мили. З підготовлених ягід виготовляли компоти, джеми, варення і соки згідно з чинними технологічними інструкціями. Варення уварювали до вмісту сухих розчинних речовин 68 %, джем – до 62 %. При виготовленні компотів підготовлені ягоди суниці заливали цукровим сиропом з концентрацією 68 %. Натуральний неосвітлений сік суничний отримували з ягід суміші сортів шляхом пресування. Готову продукцію фасували у скляну тару місткістю 250 см³, пастеризували, герметизували та зберігали протягом шести місяців за температури $(+20 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Повторність дослідів триразова.

Вміст токсичних елементів досліджували методом атомно-абсорбційної спектроскопометрії. Статистичний аналіз виконували методами дисперсійного аналізу за допомогою програми StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single User (2007).

Результати визначення вмісту токсичних елементів у свіжих та заморожених ягодах суниці представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст токсичних елементів у свіжих та заморожених ягодах суниці, мг/кг

| Сорт | Pb | Cd | Cu | Ni | Hg | Fe |
|-------------------|------|---------|------|---------------|-------|---------------|
| Допустимий рівень | 0, 2 | 0, 03 | 5, 0 | не нормується | 0,02 | не нормується |
| Свіжі ягоди | | | | | | |
| Полка | 0,01 | 0,00008 | 0,08 | 0,020 | 0,006 | 0,92 |
| Русанівка | 0,03 | НВ* | 0,06 | 0,010 | – | 0,36 |
| Дукаг | 0,03 | 0,00200 | 0,21 | 0,010 | 0,006 | 0,65 |
| Хоней | 0,01 | НВ | 0,16 | 0,020 | 0,006 | 0,74 |
| Заморожені ягоди | | | | | | |
| Полка | 0,01 | 0,00050 | 0,11 | 0,007 | НВ | 0,28 |
| Русанівка | 0,01 | 0,00100 | 0,15 | 0,020 | НВ | 0,40 |
| НІР ₀₅ | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,012 | 0,01 | 0,04 |

*НВ – не виявлено.

Отримані дані показали, що за вмістом токсичних елементів свіжі ягоди суниці відповідають Державним гігієнічним правилам і нормам «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» та є істотно нижчими за ці показники. Так, вміст свинцю в ягодах виявлено на рівні 0,01...0,03 мг/кг. Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок (JECFA) [7] встановив попередню допустиму тижневу дозу свинцю (PTWI) від 25 мкг/кг маси тіла/тиждень для дорослої людини, потрапляння в організм якого може відбуватися через продукти харчування, воду, ґрунт, повітря, а вклад окремих джерел свинцю може залежати від способу життя і соціально-економічного статусу [8]. Максимальний рівень свинцю встановлений ФАО/ВООЗ (2016) для фруктів 0,1 мг/кг [9].

Вміст кадмію у свіжих та заморожених ягодах суниці коливався від 0,00008 до 0,002 мг/кг, а загальне споживання його знаходиться в межах 2,8...4,2 мкг/кг маси тіла людини на тиждень з попередньою допустимою тижневою дозою не більше 7 мкг/кг маси тіла дорослої людини на тиждень [9].

Кадмій вважають відносно рідкісним елементом, що потрапляє в повітря, землю і воду в результаті людської діяльності, тому 36th CCFAС (2004) прийняла рішення про припинення роботи з визначення максимально допустимого рівня кадмію у фруктах, оскільки вони не дають основного внеску в потрапляння кадмію в організм людини [9].

Мідь відноситься до елементів, що необхідні для підтримання життєдіяльності рослинного, тваринного і людського організмів, здоров'я центральної нервової системи, профілактики анемії, а її дефіцит призводить до порушення фізіологічних процесів [10]. Проте надлишок міді в організмі може спричинити отруєння. Максимальний вміст міді у свіжих та заморожених ягодах суниці виявлено на рівні 0,21 мг/кг.

Нікель вважається елементом, що не чинить специфічної дії на організм людини, проте існують ризики для її здоров'я від споживання нікелю з харчовими продуктами, особливо з овочами, а також у питній воді. В Європейському Союзі нині не встановлено максимальних рівнів нікелю в продуктах харчування [11]. Його щоденне споживання через різні джерела оцінюється на рівні 0,046 мг/кг [12]. Безпечна межа його споживання становить від 3 до 7 мг/кг на день [13]. Вміст нікелю у свіжих та заморожених ягодах суниці не перевищував 0,02 мг/кг.

Вміст ртуті у свіжих ягодах суниці не перевищував рівня 0,006 мг/кг, натомість у заморожених ягодах суниці її не виявлено. Попередня допустима тижнева доза для неорганічної ртуті становить не більше 4 мкг/кг маси тіла дорослої людини на тиждень [9].

Як і мідь, залізо є необхідним елементом для підтримання життєдіяльності людини, проте не рекомендується його надлишкове споживання. Вміст заліза у свіжих та заморожених ягодах суниці був не вищим за 0,92 мг/кг, при цьому не перевищено межі, що встановлена ФАО/ВООЗ (2001) на рівні 425,00 мг/кг [14].

Слід зазначити, що процес заморожування не мав істотного впливу на вміст токсичних елементів в ягодах, що зумовлено неруйнівними технологічними операціями підготовки ягід суниці до заморожування, які включали сортування сировини, видалення чашолистків та плодоніжок, миття і підсушування на повітрі, проте не передбачали видалення неїстівної частини, бланшування тощо.

Результати дослідження показали (табл. 2), що процес консервування не чинить істотного впливу на вміст токсичних елементів у консервах з суниці, а їх рівні не перевищують максимально допустимих, встановлених для харчових продуктів в Україні.

Вміст токсичних елементів у консервах з суниці, мг/кг

| Сорт | Вид консервів | Pb | Cd | Cu | Ni | Fe |
|-------------------|---------------|-----|--------|------|---------------|---------------|
| Допустимий рівень | | 0,4 | 0,03 | 5,0 | не нормується | не нормується |
| Полка | варення | НВ* | НВ | 0,12 | 0,009 | 0,57 |
| | джем | НВ | 0,001 | 0,01 | НВ | 0,25 |
| | компот | НВ | НВ | 0,15 | 0,006 | 0,45 |
| Дукат | варення | НВ | 0,0005 | 0,08 | 0,00002 | 0,38 |
| | джем | НВ | НВ | 0,02 | 0,001 | 0,46 |
| | компот | НВ | НВ | 0,09 | 0,023 | 0,76 |
| Хоней | варення | НВ | 0,0008 | 0,12 | 0,013 | 1,15 |
| | джем | НВ | НВ | 0,12 | 0,008 | 0,46 |
| | компот | НВ | НВ | 0,06 | 0,009 | 0,46 |
| Суміш сортів | сік | НВ | НВ | 0,21 | 0,004 | 0,39 |
| НІР ₀₅ | | | | 0,01 | 0,012 | 0,01 |

*НВ – не виявлено.

Згідно з отриманими даними у різних видах консервів з суниці свинцю не виявлено. Максимальний рівень свинцю встановлений ФАО/ВООЗ (2016) для фруктових соків становить 0,03 мг/кг, для джемів (фруктових консервів) – 0,1 мг/кг.

Вміст кадмію в консервах із суниці не перевищував 0,001 мг/кг продукту, що значно нижче за максимально допустимий рівень для фруктових консервів, який затверджено в Україні. Його виявлено у джемах з ягід сорту Полка, варенні з ягід сортів Дукат та Хоней, тоді як у інших продуктах переробки кадмію не виявлено.

Мідь виявлено у всіх продуктах переробки з ягід суниці, а її вміст коливався в межах від 0,01 до 0,21 мг/кг, що в 24...500 разів нижче максимально встановленого рівня. Істотно вищий вміст міді проти інших продуктів переробки з ягід суниці виявлено у соках. Вміст нікелю у консервах із суниці коливався в межах від 0,00002 до 0,023 мг/кг, а заліза – 0,25...1,15 мг/кг, проте в Україні не встановлено максимально допустимого рівня для цих елементів.

Висновки. За вмістом токсичних елементів досліджувані зразки сировини та готової продукції відповідають Державним гігієнічним правилам і нормам «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», що затверджені в Україні. Ризик виникнення небезпек пов'язаних з вмістом токсичних елементів у свіжих, заморожених ягодах суниці та продуктах переробки з них, низький.

Список використаних джерел

1. Kalagbor I. A. Analysis of heavy metals in four fruits from Sii and Zaakpon communities in Khana, Rivers State / I. A. Kalagbor, P. B. Naifa, J. N. Umeh // Int J Emerg Technol Adv Eng. – 2014. – Vol. 4. – № 5. – Pp. 827–31.
2. Sobukola, O. P. Heavy metal levels of some fruits and leafy vegetables from selected markets in Lagos, Nigeria / O. P. Sobukola, O. M. Adeniran, A. A. Odedairo, O. E. Kajihausa // African Journal of Food Science. – 2010. – Vol. 4. – № 6. – Pp. 389–393.
3. Stefanut M. N. The monitoring of heavy metals in fruits / M.N. Stefanut, I. David, Z. Stanoiev, C. Macarie // Chemical Bulletin "POLITEHNICA" University, (Timișoara). – 2007. – Vol. 52. – № 66. – С. 147–151.
4. Sajib M. A. M. Minerals and heavy metals concentration in selected tropical fruits of Bangladesh / M. A. M. Sajib, M. M. Hoque, S. Yeasmin, M. H. A. Khatun // International Food Research Journal. – 2014. – Vol. 21. – № 5.
5. Lanre-Iyanda T. Y. Assessment of heavy metals and their estimated daily intakes from two commonly consumed foods (Kulikuli and Robo) found in Nigeria / T. Y. Lanre-Iyanda, I. M. Adekunle // African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. – 2012. – Vol. 12. – № 3. – С. 6156–6169.
6. World Health Organization (WHO) et al. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Food // The Hague/ The Netherlands. – 2011.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

7. JECFA. Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. 44 IPCS International Programme on Chemical Safety Contaminants, 2000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jeeI2.htm>.

8. Othman Z. A. A. Lead contamination in selected foods from Riyadh city market and estimation of the daily intake / Othman Z. A. A. // *Molecules*. – 2010. – Vol. 15. – № 10. – С. 7482–7497.

9. Joint FAO/WHO food standards programme CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION 39th Session Rome. Italy. 27 June – 1 July 2016.

10. Elbagermi M. A. Monitoring of heavy metal content in fruits and vegetables collected from production and market sites in the Misurata area of Libya / M. A. Elbagermi, H. G. M. Edwards, A. I. Alajtal // *ISRN Analytical Chemistry*. – 2012. – Vol. 2012.

11. *Metals as contaminants in food* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/metals-contaminants-food>.

12. Heavy metals in vegetables and potential risk for human health / F. Guerra, A. R. Trevizam, T. Muraoka, N. C. Marcante, S. G. Canniatti-Brazaca // *Scientia Agricola*. – 2012. – Vol. 69. – № 1. – С. 54–60.

13. Oti W. J. O. Pollution Indices and Bioaccumulation Factors of Heavy Metals in Selected Fruits and Vegetables from a Derelict Mine and their Associated Health Implications / Oti W. J. O. // *Int. J. Environ. Sci. Toxic. Res.* – 2015. – Vol. 3. – № 1. – С. 9–15.

14. FAO/WHO, Codex Alimentarius Commission (2001). Food Additives and Contaminants. Joint FAO/WHO Food Standards programme, ALINORM 01/12A:1-289.

References

1. Kalagbor, I. A., Naifa, P. B., Umeh, J. N. (2014). Analysis of heavy metals in four fruits from Sii and Zaakpon communities in Khana, Rivers State. *Int J Emerg Technol Adv Eng*, vol. 4, no. 5, pp. 827–831.

2. Sobukola, O. P., Adeniran, O. M., Odedairo, A. A., Kajihansa, O. E. (2010). Heavy metal levels of some fruits and leafy vegetables from selected markets in Lagos, Nigeria. *African Journal of Food Science*, vol. 4, no. 6, pp. 389–393.

3. Stefanut, M. N., David, I., Stanoiev, Z., Macarie, C. (2007). The monitoring of heavy metals in fruits. *Chemical Bulletin "POLITEHNICA" University*, (Timișoara), vol. 52, no. 66, pp. 147–151.

4. Sajib, M. A. M., Hoque, M. M., Yeasmin, S., Khatun M. H. A. (2014). Minerals and heavy metals concentration in selected tropical fruits of Bangladesh. *International Food Research Journal*, vol. 21, no. 5.

5. Lanre-Iyanda, T. Y., Adekunle, I. M. (2012). Assessment of heavy metals and their estimated daily intakes from two commonly consumed foods (Kulikuli and Robo) found in Nigeria. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, vol. 12, no. 3, pp. 6156–6169.

6. World Health Organization (WHO) et al. (2011). *Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Food*. The Hague. The Netherlands.

7. JECFA. Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. (2000). *44 IPCS International Programme on Chemical Safety Contaminants/ 2000*. Retrieved from <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jeeI2.htm>.

8. Othman, Z. A. A. (2010). Lead contamination in selected foods from Riyadh city market and estimation of the daily intake. *Molecules*, vol. 15, no. 10, pp. 7482–7497.

9. Joint FAO/WHO food standards programme CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION 39th Session Rome. Italy, 27 June – 1 July 2016.

10. Elbagermi, M. A., Edwards, H. G. M., Alajtal, A. I. (2012). Monitoring of heavy metal content in fruits and vegetables collected from production and market sites in the Misurata area of Libya. *ISRN Analytical Chemistry*, vol. 2012.

11. *Metals as contaminants in food*. Retrieved from <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/metals-contaminants-food>.

12. Guerra, F., Trevizam, A. R., Muraoka, N., Marcante, C., Canniatti-Brazaca, S. G. (2012). Heavy metals in vegetables and potential risk for human health. *Scientia Agricola*, vol. 69, no. 1, pp. 54–60.

13. Oti, W. J. O. (2015). Pollution Indices and Bioaccumulation Factors of Heavy Metals in Selected Fruits and Vegetables from a Derelict Mine and their Associated Health Implications. *Int. J. Environ. Sci. Toxic. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–15.

14. FAO/WHO, Codex Alimentarius Commission (2001). Food Additives and Contaminants. *Joint FAO/WHO Food Standards programme*, ALINORM 01/12A:1-289.

UDC 664.851:634.75

Iryna Zamorska

**CONTENT OF TOXIC ELEMENTS IN STRAWBERRIES
AND THEIR PROCESSED PRODUCTS**

Urgency of the research. The problem of chemical contamination of raw materials and finished produce exists in food industry; it results from human activity and inappropriate agricultural practices. Hence, to study risks of chemical threats for nutrition is an important task.

Target setting. One of the serious risks of chemical contamination of raw materials and finished produce is toxic element content.

Actual scientific researches and issues analysis. There are studies of toxic element content in fresh fruits and consequences of their negative effect on human health. Rules and regulations in Ukraine and in the world regulate maximum permissible level of toxic elements for fruit-berry output and foodstuff in general.

Uninvestigated parts of general matters defining. However, in scientific literature there is not enough information concerning the risks of potential hazards connected with toxic element content in fresh, frozen strawberries and their processed products, studied separately.

The research objective. The purpose of the work is to identify the risks of potential threats associated with toxic element content in fresh, frozen strawberries and in the most common canned strawberry output.

The statement of basic materials. The content of toxic elements was studied in fresh, frozen strawberries of cultivars Rusanivka, Polka, Dukat and Honey, and also in stewed fruits, jams, confitures and juices cooked from these berries using the method of atom-absorptive spectrophotometry. It has been studied that as to the toxic element content, frozen strawberries correspond to the National hygienic rules and regulations "Order of maximum levels of some contaminants in foodstuffs", and their amount is much lesser than the indicators. Lead content in berries was 0,01–0,03, cadmium – 0,00008–0,002, copper – not higher than 0,21, and nickel – 0,02 mg/kg. It was proved that the process of freezing did not affect toxic element content in strawberries due to non-destructive technological operations of preparing them for freezing. It was determined that cadmium content in canned strawberries did not exceed 0,001 mg/kg of the product, and that of copper was 24–500 times lower than a maximum fixed level. Nickel content ranged from 0,00002 to 0,023, content of iron – 0,25–1,15 mg/kg, and lead was not found.

Conclusions. As to the content of toxic elements the studied samples of raw material and finished produce correspond to the National hygienic rules and regulations "Order of maximum levels of some contaminants in foodstuffs", enacted in Ukraine. The risk of potential threats connected with the content of toxic elements in fresh, frozen strawberries and their processed products is low.

Key words: toxic elements; strawberries; stewed fruit; jam; confiture; juice.

Tabl.: 2. Bibl.: 14.

УДК 664.851:634.75

Ирина Заморская

**СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЯГОДАХ ЗЕМЛЯНИКИ
САДОВОЙ И ПРОДУКТАХ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ**

Исследовано содержание токсических элементов в свежих, замороженных ягодах земляники садовой и продуктах их переработки. Установлено, что процессы замораживания и консервирования не оказали существенного влияния на содержание токсических элементов в ягодах и консервах. По содержанию токсических элементов исследованные образцы сырья и готовой продукции не превышают максимально допустимых уровней, установленных в Украине для пищевых продуктов.

Ключевые слова: токсические элементы; земляника; компот; джем; варенье; сок.

Табл.: 2. Библ.: 14.

Заморська Ірина Леонідівна – доцент кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, Уманський національний університет садівництва (вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20305, Україна).

Заморская Ирина Леонидовна – доцент кафедры технологии хранения и переработки плодов и овощей, Уманский национальный университет садоводства (ул. Институтская, 1, г. Умань, 20305, Украина).

Zamorska Iryna – Associate Professor of Department of Technology Storage and Processing of Fruits and Vegetables, Uman national university of horticulture (1 Instytutska Str., 20305 Uman, Ukraine).

E-mail: zil197608@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2767-1176>

Дмитро Крамаренко, Володимир Дуб

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК ГІДРОБІОНТІВ НА ВЛАСТИВОСТІ КЛЕЙКОВИНИ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

Актуальність теми дослідження. Хімічний склад хлібобулочних виробів недосконалий і потребує поліпшення завдяки збагаченню хлібобулочних виробів новою нетрадиційною сировиною. Також важливою проблемою є покращення якості клейковини борошна завдяки новим добавкам.

Постановка проблеми. Хлібобулочні вироби відносяться до числа тих продуктів харчування, які напряму залежать від якості основного виду сировини – борошна. У сучасних економічних умовах в Україні значна частка виробів виготовляється з пшеничного борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування харчових добавок при переробленні борошна з низькими хлібопекарськими властивостями досліджували багато провідних вітчизняних та закордонних науковців.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Пошук нових добавок, які поліпшують якість клейковини борошна та підвищують харчову цінність борошняних виробів є повністю не вирішеним актуальним завданням.

Постановка завдання. Головною метою цієї роботи є дослідження впливу добавок з гідробіонтів рослинного і тваринного походження на якість клейковини пшеничного борошна.

Виклад основного матеріалу. З метою дослідження впливу добавок гідробіонтів на якість клейковини ми обрали добавки рослинного та тваринного походження з гідробіонтів: гідролізат з моллюсків, водорість цистозіра та ламінарія, а також водна багаторічна рослина роду Ряска (*Letpa*) сімейства Ароїдні. Додавання всіх добавок позитивно впливає на зміцнення клейковинного каркаса. Однак введення рослинних добавок у кількостях більше 9 % вже значно зменшує розтяжність на 36,26...76,47 % порівняно з контролем. Додавання добавок гідробіонтів дозволяє покращити якість клейковини борошна вже при додаванні 1,5 % добавок на 3,45...10,84 % у порівнянні з контролем підвищується показник ІДК. Внесення добавок у кількостях 4,5 % для гідролізату з моллюсків і ряски підвищує кількість клейковини на 2,92...6,25 %, а додавання цистозіри та ламінарії зменшує вихід сирової клейковини на 2,58...9,89 %.

Висновки. Таким чином, у результаті проведених досліджень було встановлено, що добавки гідробіонтів укріплюють клейковину тіста, зменшують показники розтяжності та показник ІДК, поряд з цим добавки цистозіри і ламінарії зменшують вміст сирової клейковини. На нашу думку, найбільш раціональним інтервалом введення досліджуваних добавок є 3...9 % від маси борошна.

Ключові слова: хлібобулочні вироби; борошно; клейковина; гідробіонти; водорості; гідролізат з моллюсків.

Рис.: 3. *Бібл.:* 11.

Постановка проблеми. Харчування сучасної людини найчастіше не забезпечує рекомендованих фізіологічних норм необхідних організму нутрієнтів, що призводить до зниження фізичної та розумової працездатності та скорочує тривалість життя. До основних проблем неповноцінності харчування можна віднести декілька постійних негативних чинників: дефіцит повноцінного білка, мінеральних елементів. Особливо це стосується дефіциту йоду, селену, заліза, кальцію.

Хлібобулочні вироби є одними з найважливіших продуктів харчування. Велика завоюваність хлібобулочних виробів пов'язана з особливістю їх хімічного складу та сприятливим станом речовин, які входять до складу. За рахунок споживання хлібобулочних виробів людина приблизно на 30 % задовольняє потребу в калоріях, більш ніж наполовину – у вітамінах групи В, солях фосфору та заліза, наполовину – у вуглеводах, на третину – у білках [1].

Хлібобулочні вироби відносяться до числа тих продуктів харчування, які напряму залежать від якості основного виду сировини – борошна. У сучасних економічних умовах в Україні значна частка виробів виготовляється з пшеничного борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями. Хлібопекарські виробництва вимушені використовувати у своєму виробництві значні обсяги борошна з низьким вмістом клейковини.

Оскільки від кількості та якості клейковини, активності ферментів залежить сила борошна (здатність утворювати тісто з заданими структурно-механічними властивостями, що забезпечують достатній обсяг хлібобулочних виробів, їх формостійкість), науковці й виробники вимушені проводити пошук технологічних заходів і добавок для поліпшення стану білково-протеїназного комплексу борошна, адже на сьогодні на хлібопекарські підприємства надходить 75...80 % борошна зі зниженими хлібопекарськи-

ми властивостями [2]. Для регулювання якості клейковинного комплексу необхідно уявляти складові компоненти та їхню роль у формуванні клейковини.

Серед сучасних способів регулювання якості хлібобулочної продукції особливе місце посідають хлібопекарські поліпшувачі. Проблема їх застосування пов'язана з такими аспектами, як їх технологічність, харчова безпека, доступність і собівартість. На сьогодні ринок пропонує велику кількість поліпшувачів якості борошна, в тому числі комплексних, більшість яких – це добавки іноземного виробництва. Така ситуація вимагає детального і професійного аналізу асортименту сучасних хлібопекарських поліпшувачів і способів їх застосування в технологіях хлібопечення.

До таких поліпшувачів можна віднести тіосульфат натрію, глутатіон, L-цистеїн і його калієві та натрієві солі, ортофосфорну кислоту разом з карбамідом (діаміном вугільної кислоти) тощо. За рахунок внесення цих добавок збільшується розтяжність та знижується пружність клейковини, підвищується її еластичність, прискорюється процес утворення тіста, зростає його газотримувальна здатність, збільшується об'ємний вихід хліба, поліпшуються структурно-механічні властивості м'якушки. Вважається, що ці зміни зумовлені деполімеризацією клейковинних білків на рівні четвертинної й третинної структури молекули внаслідок руйнування нековалентних зв'язків [3].

Застосування поверхнево активних речовин дозволяє регулювати реологічні властивості тіста при переробленні різного за силою борошна. Вибір поверхнево активних речовин залежить від хлібопекарських властивостей борошна. Так, ефективною добавкою, що укріплює клейковину, є ефір моногліцеридів з діацетилвинною кислотою – ДВК-ефір. З метою послаблення клейковини, поліпшення розтяжності й еластичності короткої за розтяжністю чи пружної клейковини рекомендується використовувати фосфатидні концентрати, соєвий лецитин, емульгатор Т-2 та ін. [4].

Унаслідок використання поверхнево активних речовин поліпшується газотримувальна здатність тістових заготовок, збільшується об'єм хлібобулочних виробів, покращується структура м'якушки, уповільнюється черствіння.

Застосування ферментних препаратів у технології хлібопекарного виробництва дозволяє стабілізувати хлібопекарські властивості борошна, регулювати процеси бродіння, формувати певні властивості напівфабрикатів, поліпшувати якість, підвищувати вихід хлібобулочних виробів, харчову цінність, реалізовувати сучасні однофазні технології [4].

При переробленні борошна зі зниженим вмістом клейковини тісто має низькі структурно-механічні властивості – недостатню пружність і еластичність, що зумовлює низьку газотримувальну здатність, негативно впливає на формостійкість тістових заготовок під час вистоювання і випікання. Хліб з такого борошна має малий об'єм, недостатню розпушеність м'якушки.

Визнаним заходом покращання якості виробів у цьому випадку є внесення в тісто харчових добавок, які впливають на консистенцію тіста. Головною технологічною функцією добавок цієї групи у харчових системах є підвищення в'язкості, формування структури. До цих добавок віднесено модифіковані крохмалі, пектин, еламін, альгінати, мікробні полісахариди, суху пшеничну клейковину. Ці добавки ефективно використовувати при пониженому вмісті клейковини та низькій якості.

Серед добавок – регуляторів консистенції набуває визнання суха пшенична клейковина (СПК). СПК – це порошок світло-кремового кольору, який містить понад 72...83 % білкових речовин [5]. Її отримують виділенням із пшеничного борошна, яке спочатку змішують з водою, отримуючи водно-борошняну суспензію, а потім піддають повільній дії безперервного потоку води, яка вимиває крохмаль, цукор, розчинні білки. З проведеного огляду можна зробити висновок про існування проблеми поліпшення якості клейковини пшеничного борошна й актуальність пошуків нових шляхів її вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання застосування харчових добавок при переробленні борошна з низькими хлібопекарськими властивостями розглядали Л. І. Пучкова, В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньева, О. Б. Шидловська, Л. І. Карнаушенко, Р. Д. Паландова та інші дослідники. Подальший розвиток досліджень технологічних властивостей харчових добавок, удосконалення технології використання їх у хлібопекарської промисловості сприятиме покращенню якості готових виробів з борошна з низькими хлібопекарськими властивостями.

В Україні, як і в багатьох інших країнах, у силу різних причин протягом останніх десятиліть спостерігається тенденція до погіршення якості зерна, що призводить до зниження хлібопекарських властивостей виробленого з нього борошна.

Основними вадами борошна є низький вміст клейковини, за якістю – слабка або коротка за розтяжністю, зі зниженою гідратаційною здатністю, погіршеною еластичністю.

Є. Д. Казаков зазначає, що у Чорноземній зоні за останній час вміст білка в зерні пшениці знизився на 1...1,5 %, а клейковини – на 6...8 %. Основними причинами цього явища є недостатня кількість доступного азоту у ґрунті, порушення агротехнічних, селекційно-генетичних і організаційно-економічних факторів, які впливають на якість зерна [4].

Хліб майже на половину задовольняє потребу людини у вуглеводах, на третину – в білках, більш ніж наполовину у вітамінах групи В, солях фосфору і заліза. Водночас хімічний склад хліба не досконалий і потребує збільшення кількості та досягнення збалансованості найважливіших нутрієнтів. Наприклад, він незбалансований за співвідношенням натрію й калію, оскільки 150...200 г хліба задовольняє добову фізіологічну потребу в натрію, тоді як у калію – тільки в межах 5...15 %. Хліб можна вважати перспективним продуктом для збагачення на есенціальні інгредієнти завдяки тому, що він є загальноживим і доступним за ціною. Надання виробам бажаних функціональних властивостей можна здійснити шляхом цілеспрямованої оптимізації їх хімічного складу на базі використання нових видів сировини й біологічно активних харчових добавок [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Таким чином, із наведених даних випливає, що хімічний склад хлібобулочних виробів недосконалий і потребує покращення завдяки збагаченню хлібобулочних виробів новою нетрадиційною сировиною. Також важливою проблемою є підвищення якості клейковини борошна за рахунок нових добавок. Тобто пошук нових добавок, які покращують якість клейковини борошна та підвищують харчову цінність борошняних виробів, є повністю не вирішеним актуальним завданням.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є дослідження впливу добавок з гідробіонтів рослинного і тваринного походження на якість клейковини пшеничного борошна.

Виклад основного матеріалу. З метою дослідження впливу добавок гідробіонтів на якість клейковини нами були обрані добавки рослинного та тваринного походження з гідробіонтів: гідролізат з моллюсків, водорість цистозіра та ламінарія, а також водна багаторічна рослина роду Ряска (*Lemna*) сімейства Ароїдні.

Попередніми дослідженнями встановлено, що гідролізат з моллюсків позитивно впливає на стан серцево-судинної і кровотворної систем, виводить з організму токсичні елементи і радіонукліди. Запропонований для використання в технології хлібобулочних виробів гідролізат з моллюсків містить біогенні стимулятори, глікопептиди, полісахариди, ді- і моносахариди, вітаміни А, Е, РР, групи В, провітаміни, більше 30 макро- та мікроелементів, у тому числі Са, Р, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Co, J та інші [7].

Цистозіра містить (у мг %): каратіноїди – 217; фолацин – 0,08; тіамін – 6,1; токоферол – 10,7; ніацин – 10,9; цианокобаламін – 0,14; кальцій – 1170; фосфор – 96; натрій – 1070; залізо – 31; марганець – 8,6; йод – 75-114; цинк – 27; мідь – 22. Крім того, вона є джерелом клітковини, альгінової кислоти, яка має онкопротекторну дію та є джерелом антиоксидантів [8].

Водорість ламінарія традиційно використовується у харчуванні людини. Вона є цінним джерелом макро- та мікроелементів і зокрема йоду [8].

Ряска належить до найцінніших кормових, харчових та лікарських рослин. За літературними даними, вміст клітковини в біомасі ряски становить 10...12 %. За змістом білків ряска перевершує м'ясо (17 %) і наближається до бобових (горох – 21 %, квасоля – 30 %, соя – 39 %), а за вмістом незамінних амінокислот перевершує такі продовольчі культури, як кукурудза і рис, вона також збагачена лізин, аргінін, аспарагінової і глутамінової кислот [9].

Провідна роль в утворенні борошняного тіста належить борошну, воді і дріжджам. При цьому важливе значення має не лише співвідношення компонентів тіста, але і їх властивості, що змінюються під впливом різних чинників.

Відомо, що на процеси дозрівання тіста, їх тривалість значний вплив мають, передусім, технологічні властивості борошна, які визначаються станом її вуглеводно-амілазного і білково-протеїназного комплексів і формуються залежно від особливостей рецептури, умов замісу і дозрівання тіста.

Зміна властивостей білково-протеїназного комплексу пшеничного і житнього борошна у присутності гідролізату з молюсків вивчали за впливом останнього на властивості клейковини борошна і фізичні характеристики тіста.

Експерименти в цій серії дослідів проводили на модельних зразках тіста, що складається з борошна, води і різних концентрацій добавок гідробіонтів.

Експерименти були проведені з використанням пшеничного борошна 1 гатунку, клейковина якого за силою характеризувалася як середня. Для цього складали борошно пшеничне з добавками з гідробіонтів, вміст яких варіювали від 1,5 до 12 % від маси борошна. У ролі контрольних використали зразки тіста з борошна пшеничною 1 гатунку без добавок гідробіонтів.

Кількість і якість клейковини досліджуваних зразків борошна визначали стандартними методами [10; 11].

Результати досліджень впливу добавок гідробіонтів на кількість і якість клейковини пшеничного борошна представлені на рис. 1–3.

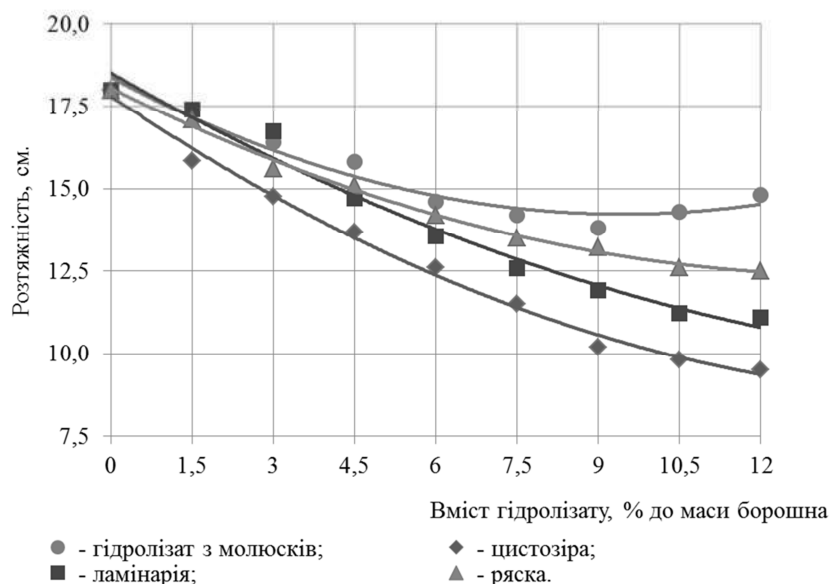


Рис. 1. Вплив добавок з гідробіонтів на розтяжність клейковини борошна

Як видно з рис. 1, додавання всіх добавок позитивно впливає на зміцнення клейковинного каркаса. Поліпшуються фізичні та структурно-механічні властивості, збільшується «сила» борошна та зменшується розтяжність. Так, при внесенні навіть 1,5 % добавок розтяжність зменшується на 3,33...12,01 %. Однак введення рослинних добавок у кількостях більше 9 % вже значно зменшують розтяжність на 36,26...76,47 % порівняно

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

з контролем. Загалом протягом всього інтервалу дослідження кількості добавок, що вводяться, клейковина залишалася в межах показника «середньої клейковини» (розтяжність 10...20 см), за винятком зразків з додаванням 10,5 і 12,0 % цистозіри, де цей показник знижується до «короткої» (до 10 см).

Як видно з рис. 2, якість відмитої клейковини у контролі знаходиться на незадовільному рівні (90 од. ІДК), додавання добавок гідробіонтів дозволяє покращити якість клейковини борошна вже при додаванні 1,5 % добавок на 3,45...10,84 % у порівнянні з контролем. Інтервал 55...75 одиниць ІДК, що характеризує за стандартом клейковину як «гарну», досягається при кількості добавок від 4,5 % і вище. Найбільший ефект на зниження показника стискаємості мають добавки рослинного походження. Це може бути обумовленим збільшення конкуренції гідрофільних складових борошна і рослинних добавок за воду, зі збільшенням їх кількостей. Ймовірно, рослинні добавки швидше поглинають воду, а отже, своєю присутністю створює такі умови, внаслідок яких клейковина не може поглинути достатню кількість вологи і тому укріплюється.

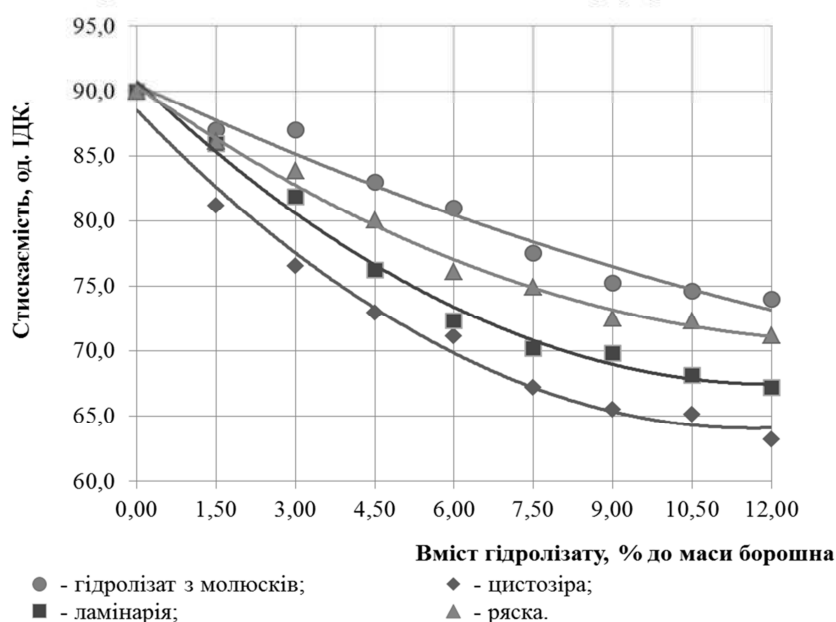


Рис. 2. Вплив добавок з гідробіонтів на стискаємість клейковини борошна

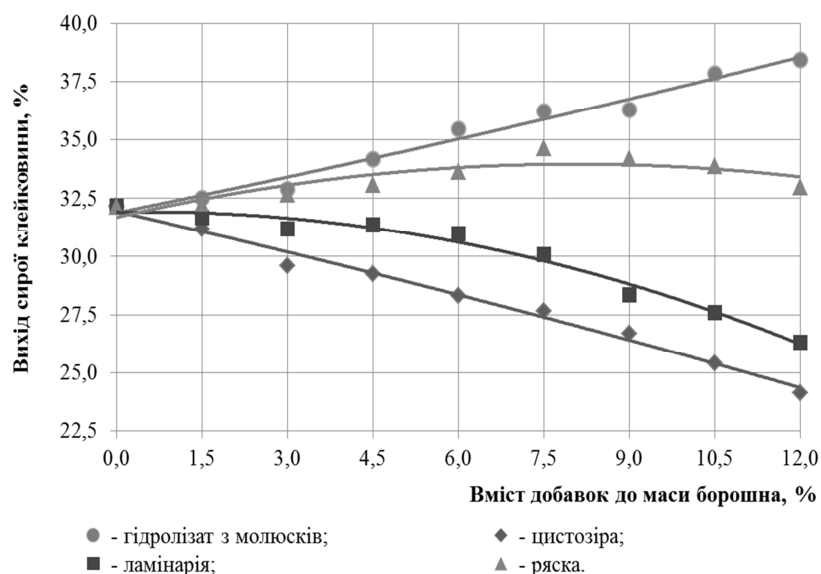


Рис. 3. Вплив добавок з гідробіонтів на вихід сирій клейковини

Як видно з рис. 3, вплив добавок на вихід сирі клейковини різняться для різних добавок. Так, внесення добавок у кількостях 4,5 % для гідролізату з молюсків і ряски підвищує кількість клейковини на 2,92...6,25 % а додавання цистозіри та ламінарії зменшує вихід сирі клейковини на 2,58...9,89 %. На наш погляд, збільшення виходу сирі клейковини у зразках з додаванням гідролізату з молюсків і рясці можна обґрунтувати високим вмістом білків у добавках. Крім того, гідролізат вноситься у рідкому стані тому речовини достатньо гідратовані і не складають конкуренції гідрофільним складовим борошна.

Зменшення виходу клейковини у зразках з цистозірою та ламінарією можна пояснити загальним зниженням кількості білків. Але ламінарія має у своєму складі солі альгінової кислоти, що можуть утворювати комплекси з білками клейковини та додатково зв'язувати вологу.

Висновки і пропозиції. Таким чином, у результаті проведених досліджень було встановлено, що добавки гідробіонтів укріплюють клейковину тіста, зменшують показники розтяжності та показник ІДК, поряд з цим добавки цистозіри і ламінарії зменшують вміст сирі клейковини. Тому у процесі приготування хліба із рослинними добавками гідробіонтів з борошна сильного і середнього за силою доцільно підвищувати вологість тіста з метою отримання готового виробу з гарним об'ємом і розвиненою пористістю. На нашу думку, найбільш раціональним інтервалом введення досліджуваних добавок є 3...9 % від маси борошна. Перспективою подальших досліджень є оптимізація вмісту добавок у виробках з дріжджового тіста та розробка нових технологій хлібобулочних виробів з добавками гідробіонтів.

Список використаних джерел

1. *Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://gosnihp.ru/o_hlebe/chem_polezen_hleb.html.
2. *Щербаков В. Г.* Биохимия растительного сырья / В. Г. Щербаков, В. Г. Лобанов, Т. Н. Прудникова. – М. : Колос, 1999. – 376 с.
3. *Апет Т. К.* Хлеб и булочные изделия (Технология приготовления, рецептура, выпечка) : справочное пособие / Т. К. Апет, З. Н. Пашук. – Минск : ООО «Попурри», 1997. – 320 с.
4. *Матвеева И. В.* Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в качестве мучных изделий / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – М. : МГУПП, 2001. – 115 с.
5. *Сафонова О. Н.* Системные исследования технологий переработки продуктов питания / О. Н. Сафонова, Ф. В. Перцевой. – Х., 2000. – 193 с.
6. *Сирохман І. В.* Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
7. *Ерохин В. Е.* Биологически активные вещества черноморских мидий. Некоторые данные о химическом составе / В. Е. Ерохин // Морські біотехнічні системи : зб. наук. статей / НДЦ ЗС України «Державний океанаріум». – 2005. – Вип. 3. – С. 37–46.
8. *Крамаренко Д. П.* Технологія молочно-білкових фаршів з використанням йодовмісної водоростевої добавки : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / Дмитро Павлович Крамаренко ; [Харківський державний університет харчування та торгівлі]. – Х., 2007. – 205 с.
9. *Никифоров Л. А.* Сравнительный анализ изучения химических и фармакологических свойств растений рода Lemna / Л. А. Никифоров, Н. С. Охотина, С. Е. Дмитрук // Биологически активные соединения в профилактике заболеваний и укреплении здоровья нации : материалы VII Межрегиональной научно-практической фармацевтической конференции. – Новосибирск, 2007. – С. 24–26.
10. *Пшениця і пшеничне борошно.* Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирі клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT): ДСТУ ISO 21415-1:2009. – К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 12 с.
11. *Пшениця і пшеничне борошно.* Вміст клейковини. Ч. 2. Визначання сирі клейковини механічним способом (ISO 21415-2:2006, IDT). – К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 14 с.

References

1. *Nauchno-issledovatel'skii institut khlebopekarnoi promyshlennosti [Research Institute of Bakery Industry]*. Retrieved from http://gosniihp.ru/o_hlebe/chem_polezen_hleb.html.
2. Shcherbakov, V.G., Lobanov, V.G., Prudnikova, T.N. (1999). *Biokhimiia rastitel'nogo syria [Biochemistry of plant raw materials]*. Moscow: Kolos (in Russian).
3. Apet, T.K., Pashuk, Z.N. (1997). *Khleb i bulochnye izdeliia (Tekhnologiia prigotovleniia, retseptura, vypechka) [Bread and bakery products (Cooking technology, recipes, bakery)]*. Minsk: Popurri (in Belarus).
4. Matveeva, I.V., Beliavskaia, I.G. (2001). *Pishchevye dobavki i khlebopekarnye uluchshiteli v kachestve muchnykh izdelii [Food additives and bakery improvers as flour products]*. Moscow: MGUPP (in Russian).
5. Safonova, O.N., Pertsevoi, F.V. (2000). *Sistemnye issledovaniia tekhnologii pererabotki produktov pitaniia [System studies of food processing technologies]*. Kharkov (in Ukrainian).
6. Syrokhman, I.V., Zavhorodnia, V.M. (2009). *Tovarovnavstvo kharchovykh produktiv funktsional'nogo pryznachennia [Commodity study of functional food products]*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury (in Ukrainian).
7. Erohyn, V. (2005). [Byologichesky aktyvniye veshhestva chernomorskykh mydyj. Nekotoriye dannye o hymycheskom sostave]. *Biologically active substances of the black sea mussels. Some data on the chemical composition. Morski byotehnichni systemy – Marine biotechnical systems*, vol. 3, pp. 37–46 (in Ukrainian).
8. Kramarenko, D. P. (2007). *Tekhnolohiia molochno-bilkovykh farshiv z vykorystanniam yodovmisnoi vodorostevoi dobavky [Milk-protein stuffing technology using iodine-containing algae supplements]. Candidates thesis*. Kharkiv: Kharkivskiy derzhavnyi universytet kharchuvannia ta torhivli (in Ukrainian).
9. Nikiforov, L. A., Ohotina, N. S., Dmitruk, S. E. (2007). *Sravnitelnyi analiz izuchenii khimicheskikh i farmakologicheskikh svoistv rastenii roda Lemna [Comparative analysis of the study of chemical and pharmacological properties of plants of the genus Lemna]*. Proceeding from *Biologicheski aktivnye soedineniia v profilaktike zabozevanii i ukrepleni zavorovia natsii: VII Mezhhregionalnaia nauchno-prakticheskaiia farmatsevticheskaiia konferentsiia – Biologically active compounds in disease prevention and health promotion of the nation: the VII Interregional Scientific and Practical Pharmaceutical Conference*. Novosibirsk, pp. 24–26 (in Russian).
10. Pshenytsia i pshenychno boroshno. Vmist kleikovyny. Vyznachennia syroi kleikovyny ruchnym sposobom [Wheat and wheat flour. Gluten content Determination of raw gluten by hand] (2011). *DSTU ISO 21415-1:2009*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
11. Pshenytsia i pshenychno boroshno. Vmist kleikovyny. Vyznachennia syroi kleikovyny mekhanichnym sposobom [Wheat and wheat flour. Gluten content Determination of raw gluten by mechanical means] (2011). *DSTU ISO 21415-2:2006*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).

UDC 664.64.022.39

Dmytro Kramarenko, Vladimir Dub

RESEARCH OF THE HYDROBIONT ADJUNCTS EFFECT ON THE WHEAT FLOUR GLUTEN PROPERTIES

Urgency of the research. *The chemical composition of bakery products is imperfect, and needs to be improved by enriching bakery products with new non-traditional raw materials. Also an important problem is the improvement of the quality of gluten-free flour due to new additives.*

Target setting. *Bakery products are food products, which directly depend on quality of main type of raw material – flour. Under modern economic conditions in Ukraine, a large proportion of products is manufactured of wheat flour with compromised baking properties.*

Actual scientific researches and issues analysis. *At some point, many leading domestic and foreign scientists investigated use of food adjuncts in processing flour with poor baking properties.*

Uninvestigated parts of general matters defining. *Search for new adjuncts improving the flour gluten quality and increase the nutrition value of starchy foods is an unsolved relevant issue.*

The research objective. *The main objective of this work is research of plant and animal hydrobionts adjuncts effect on the wheat flour gluten quality.*

The statement of basic materials. *In order to study the effect of hydrobiont adjuncts on the gluten quality, the authors selected plant and animal adjuncts of hydrobionts: clam hydrolyzate, cystoseira and laminaria algae, and an aquatic perennial plant of the genus Lemna of the family Araceae. Adding of all adjuncts positively affects the strengthening of the gluten network. However, the introduction of plant adjuncts in amount greater than 9 % significantly reduces the extensibility by*

36.26 ... 76.47 % compared to the control. The introduction of hydrobiont adjuncts allows to improve the flour gluten quality even at adding 1.5% of adjuncts by 3.45 ... 10.84 % compared to the control, the index of FDM increases. Adding 4.5 % of the adjuncts for clams hydrolyzate and duckweed increases the amount of gluten by 2.92...6.25 % and the addition of cystoseira and laminaria reduces the yield of raw gluten by 2.58...9.89 %.

Conclusions. Thus, the conducted researches have shown that the hydrobiont adjuncts strengthen the gluten of the dough, reduce the extensibility index and the FDM index, and along with the additions of cystoseira and laminaria reduce the content of crude gluten. In the opinion of the authors, the most rational interval for the administration of the studied adjuncts is 3...9 % of the flour mass.

Key words: bakery products; flour; gluten; hydrobionts; algae; clams hydrolyzate.

Fig.: 3. **Bibl.:** 11.

УДК 664.64.022.39

Дмитрий Крамаренко, Владимир Дуб

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ГИДРОБИОНТОВ НА СВОЙСТВА КЛЕЙКОВИНЫ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Хлебобулочные изделия являются одними из важнейших продуктов питания. Большая усвояемость хлебобулочных изделий связана с особенностью их химического состава и благоприятным состоянием веществ, которые входят в состав. Химический состав хлебобулочных изделий несовершенен и нуждается в улучшении за счет обогащения хлебобулочных изделий новым нетрадиционной сырьем. Также важной проблемой является улучшение качества клейковины муки за счет новых добавок.

Работа посвящена исследованию влияния добавок из гидробиионтов растительного и животного происхождения на качество клейковины пшеничной муки. Авторами исследовано влияние добавок гидробиионтов на показатели растяжимости, сжимаемости и выхода сырой клейковины.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия; мука; клейковина; гидробиионты; водоросли; гидролизат из моллюсков.

Рис.: 3. **Библ.:** 11.

Крамаренко Дмитро Павлович – кандидат технічних наук, докторант, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти, Луганський національний університет ім. Т. Шевченка. (пл. Гоголя, 1, м. Старобільськ, 92703, Україна).

Крамаренко Дмитрий Павлович – кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры технологий производства и профессионального образования, Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко (пл. Гоголя, 1, г. Старобельск, 92703, Украина).

Kramarenko Dmytro – PhD in Technical Sciences, Doctoral, Associate Professor Department of production technology and vocational education, Lugansk Taras Shevchenko National University (1 Gogol Square, 92703, Starobilsk, Ukraine).

E-mail: kramarenko_dp@ukr.net, kramarenkodp@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1353-686X>

Дуб Володимир Васильович – кандидат технічних наук, доцент кафедри устаткування харчової і готельної індустрії ім. М. І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі (вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051, Україна).

Дуб Владимир Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования пищевой и гостиничной индустрии им. М. И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, г. Харьков, 61051, Украина).

Dub Vladimir – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of Department Equipment for Food and Hospitality Industry it. M. Belyaev, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkovsky Str., 61051, Kharkiv, Ukraine).

E-mail: vvdub7@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2078-4426>

Юлія Мотузка, Олена Романенко, Світлана Казаченко

РОЗЧИННІСТЬ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

Актуальність теми дослідження. Важливою умовою формування та підтримки здоров'я людини є забезпечення організму повноцінним харчуванням. Особливої важливості ця проблема набуває при лікуванні людей із певними захворюваннями та травмами, що супроводжуються метаболічними змінами.

Постановка проблеми. Для розроблення практичних рекомендацій щодо споживання продуктів для ентерального харчування та обґрунтування оптимальних умов їх зберігання доцільним є дослідження показників їх розчинності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням проблеми створення продуктів для ентерального харчування присвячено роботи науковців Т. Попової, Т. Ш. Тамазашвілі, І. Лейдермана, D. Heyland, A. Griffiths, P. Grasdalen та ін.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Значна кількість іноземних та вітчизняних праць присвячені дослідженням розчинності сухих молочних продуктів та продуктів з комбінованим складом. Однак майже відсутні наукові дослідження показників розчинності та мікроструктури продуктів для ентерального харчування, що, враховуючи багатоконпонентність їх складу та способи споживання, є досить важливим.

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження показників розчинності продуктів для ентерального харчування з метою розроблення рекомендацій для їх раціонального споживання.

Виклад основного матеріалу. Враховуючи багатоконпонентність складу розроблених продуктів, необхідним є дослідження їх здатності до розчинення. Відзначено візуалізацію різних за розмірами частинок, які представлені складовими компонентами продуктів (білком молочної сироватки, амінокислотами, вуглеводами, жирною складовою, вітамінними та мінеральними комплексами тощо). За результатами проведеного дослідження визначено, що найбільшими за середніми розмірами частинок досліджуваних продуктів є фракції: від 51 до 90 мкм, від 91 до 110 мкм та від 111...130 мкм, а у контрольних зразках переважають фракції з більшим розміром частинок (від 130 до 350 мкм). Встановлено, що фракції розміром до 29 мкм наявні лише у продуктах «Vitalprod-Renal» (1,7 %) та «Vitalprod-Diabet» (10,5 %).

У процесі проведення досліджень розчинності продуктів встановлено, що найбільше значення показника відносної швидкості розчинення при температурі води 50...60 °С, мають досліджувані продукти «Vitalprod-Combi», «Vitalprod-Diabet», «Vitalprod-Renal», децю нижчий показник швидкості розчинення у продукті «Vitalprod-Forte» – 86 %. Індекс розчинності досліджуваних зразків продуктів коливається від 0,08 см³ до 0,17 см³ сирого осаду в контрольному зразку 2.

Висновки. Таким чином, встановлені раціональні параметри розчинення продуктів для ентерального харчування: температура – 15...60 °С для відновлення підготовленою питною водою у співвідношенні «продукт–вода» 1:4.

Ключові слова: продукти для ентерального харчування; розчинність; індекс розчинності; мікроструктура; вологість; фракція; швидкість розчинення.

Табл.: 1. Рис.: 2. Бібл.: 10.

Постановка проблеми. Важливою умовою формування та підтримки здоров'я людини є забезпечення організму повноцінним харчуванням. Особливої важливості ця проблема набуває при лікуванні людей із певними захворюваннями та травмами, що супроводжуються метаболічними змінами. Вибір продуктів для ентерального харчування залежить від ступеня харчової недостатності, характеру і тяжкості перебігу захворювання, ступеня збереженості функцій шлунково-кишкового тракту хворого [1]. Для розроблення практичних рекомендацій щодо споживання продуктів для ентерального харчування та обґрунтування оптимальних умов їх зберігання доцільним є дослідження показників їх розчинності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням проблеми створення продуктів для ентерального харчування присвячено роботи науковців Т. Попової, Т. Ш. Тамазашвілі, І. Лейдермана, D. Heyland, A. Griffiths, Grasdalen P. та ін. [2–5].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Значна кількість іноземних та вітчизняних праць присвячені дослідженням розчинності сухих молочних продуктів та продуктів з комбінованим складом. Однак майже відсутні наукові дослідження показників розчинності та мікроструктури продуктів для ентерального харчування, що враховуючи багатоконпонентність їх складу та способи споживання є досить важливим.

Мета статті. Метою роботи є дослідження показників розчинності продуктів для ентерального харчування з метою розроблення рекомендацій для їх раціонального споживання.

Завданнями роботи є дослідження мікроструктури продуктів для ентерального харчування та показників їх розчинності.

Виклад основного матеріалу. Об'єкти дослідження – розроблені продукти для ентерального харчування серії «Vitalprod», призначені для хворих з певними захворюваннями, зокрема:

- продукти для ентерального харчування хворих у критичних станах «Vitalprod-Combi»;
- продукти для ентерального харчування людей з порушеною толерантністю до глюкози «Vitalprod-Diabet»;
- продукти для ентерального харчування хворих з онкологічними захворюваннями «Vitalprod-Forte»;
- продукти для ентерального харчування хворих з нирковою недостатністю «Vitalprod-Renal».

Продукти являють собою сухі розчинні суміші.

Як контрольні зразки обрано: продукт «Resource Optimum» виробництва компанії «Nestle» (Швейцарія) - контроль 1; продукт «Реабілакт» вітчизняного виробництва - ТОВ «ДелМас» (Київська обл.) – контроль 2.

Визначення мікроструктури продуктів для ентерального харчування проводили мікроскопу растрового оптичного Micro-measure BW-400X з роздільною здатністю 1280×1024Px. Обробку мікрофотографій здійснювали за спеціальною програмою Micro-Measure. Дослідження фізико-хімічних показників здійснювали з використанням стандартизованих методів дослідження [6–10].

З фізико-хімічних показників у сухих розчинних продуктах для ентерального харчування було визначено масову частку вологи та зольність (табл.).

Таблиця

*Фізико-хімічні показники сухих розчинних продуктів
для ентерального харчування*

$P \geq 0,95$, $n=15$

| Показник | Продукти для ентерального харчування | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | Контроль 1 | Контроль 2 | Vitalprod-Combi | Vitalprod-Diabet | Vitalprod-Forte | Vitalprod-Renal |
| Масова частка вологи, % | 6,36 ± 0,04 | 4,08 ± 0,03 | 5,07 ± 0,02 | 4,28 ± 0,03 | 5,06 ± 0,02 | 6,25 ± 0,08 |
| Зольність, % | 2,692 ± 0,016 | 2,411 ± 0,014 | 2,492 ± 0,016 | 3,022 ± 0,016 | 2,759 ± 0,008 | 2,034 ± 0,016 |

У результаті проведеного дослідження було встановлено, що масова частка вологи досліджених продуктів знаходиться в межах 4,08...6,36 %. Коливання значень цього показника, ймовірно, можна пояснити різною вологістю використаних сировинних компонентів.

Зольності досліджуваних продуктів, яка характеризує наявність мінеральних сполук і у першу чергу обумовлена використаними мінеральними добавками та іншими сировинними компонентами, знаходиться в межах 3,022...2,034 % та свідчить, що розроблені продукти характеризуються достатньо високим їх вмістом.

Розроблені продукти для ентерального харчування являють собою систему, яка складається з частинок різної форми та розміру, а також включень повітря, вміст якого може змінюватися при механічній дії на продукт. Враховуючи багатоконпонентність складу продуктів, необхідним є дослідження їх здатності до розчинення, що є важливим, враховуючи спосіб використання продуктів, для розроблення рекомендацій з їх споживання. Проведено дослідження щодо мікроструктури продуктів для ентерального харчування. Результати досліджень надають уяву про певну глибину й напрямок розчинності продуктів. Відзначено візуалізацію різних за розмірами частинок, які представлені складовими компонентами продуктів (білком молочної сироватки, амінокислотами, вуглеводами, жирною складовою, вітамінними та мінеральними комплексами тощо). Мікрорельєф структури підтверджує, що багато часток продуктів мають на поверхні характерні впадини, чисельність та розміри яких підтверджують механічну цілісність поверхні продукту, його високий ступінь розчинення.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

З метою кількісного визначення розподілу фракцій складових продуктів за розмірами здійснено дисперсійний аналіз на основі обробки мікрофотографій частинок продуктів, отриманих за допомогою електронного мікроскопу. Після отримання й обробки фотографій було визначено еквівалентний діаметр основних частинок, який визначали шляхом вимірювання довжини і ширини (рис. 1).

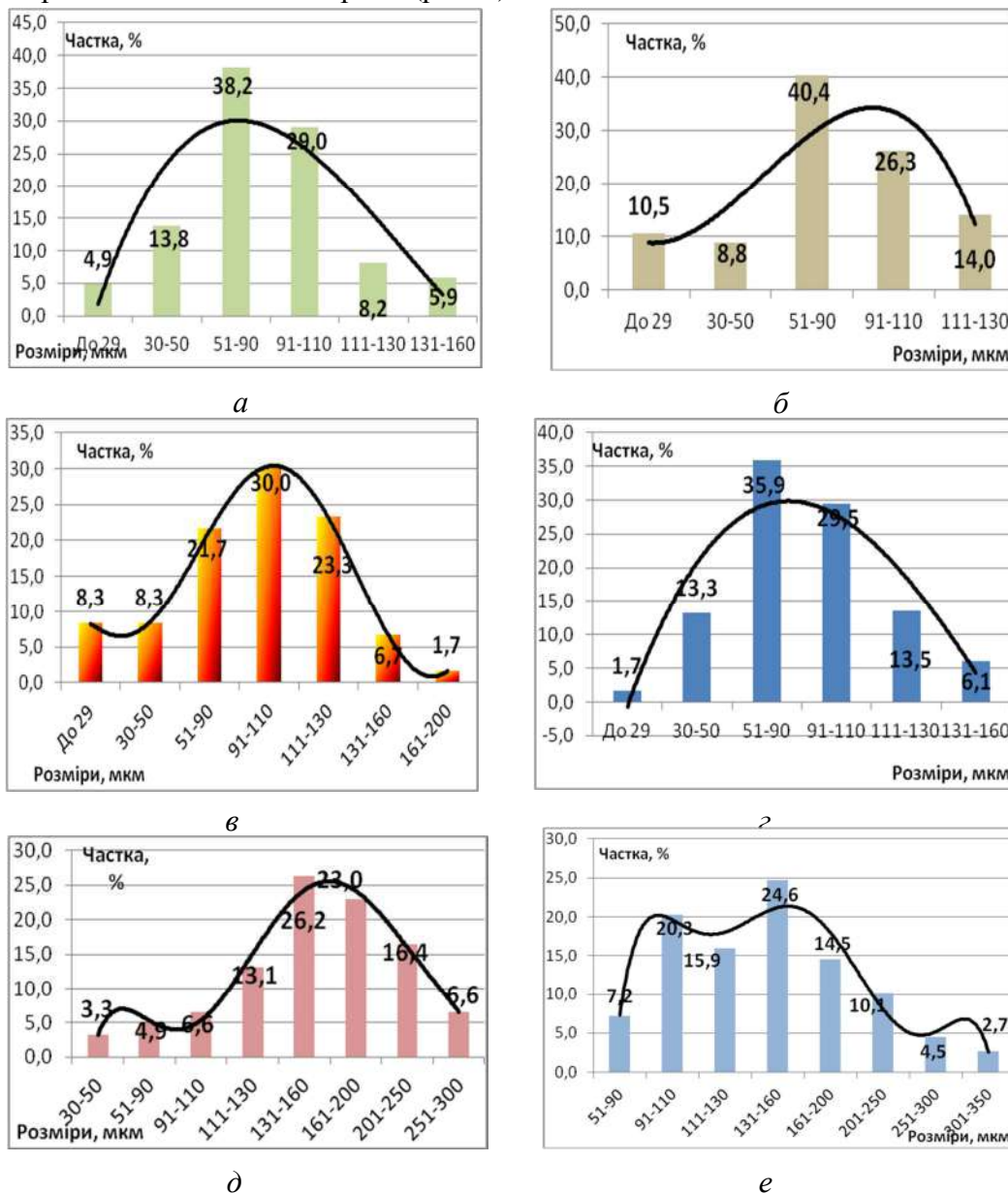


Рис. 1. Диференційні криві розподілу частинок за розмірами у продуктах для ентерального харчування: а – Продукт «Vitalprod-Combi»; б – Продукт «Vitalprod-Diabet»; в – Продукт «Vitalprod-Forte»; г – Продукт «Vitalprod-Renal»; д – Контроль 1; е – Контроль 2

За результатами проведеного дослідження визначено, що найбільшими за середніми розмірами частинок досліджуваних продуктів є фракції: від 51 до 90 мкм (найбільша питома визначено у продуктах «Vitalprod-Diabet» та «Vitalprod-Combi» (38,2 та 40,4 %), від 91 до 110 мкм (у досліджуваних зразках питома вага фракцій коливається від 26,3 % у продукті «Vitalprod-Diabet» до 30 % у зразку «Vitalprod-Forte») та від 111...130 мкм (від 15,9 % у контролі 2 до 8,2 % у «Vitalprod-Combi»), а у контрольних зразках переважають фракції з більшим розміром частинок (від 130 до 350 мкм).

Встановлено, що фракції розміром до 29 мкм наявні лише у продуктах «Vitalprod-Renal» (1,7 %) та «Vitalprod-Diabet» (10,5 %). Найбільша питома вага фракції частинок від 30 до 50 мкм зафіксовано у продукті «Vitalprod-Combi» (13,8 %), а найнижче значення у контрольному зразку 1 (3,3 %).

У контрольних зразках продуктів відзначено наявність великих частинок у кількості 16,4 % (контрольний зразок 1) та 10,1 % (контрольний зразок 2) розміром від 201 до 250 мкм; 6,6 та 4,5 % відповідно розміром від 251 до 300 мкм, а у контрольному зразку 2 виявлено 2,7 % частинок розміром більше 300 мкм. Визначено, що такий розмір частинок забезпечує вільне проходження продуктів через зонд. Апробацію продуктів проводили на зондах з внутрішнім діаметром трубок 3 і 6 мм.

Розчинність продукту характеризує повноту розчинення його складових компонентів. Швидкість і повнота розчинення продуктів залежить від їх властивостей, способу та режиму розчинення, властивостей і параметрів середовища (рідкої основи), у якому здійснюють процес розчинення [10]. Як розчинник для відновлення сухих продуктів для ентерального харчування використовували воду питну. Діапазон температур (від 15 до 60) °С обрано з урахуванням рекомендацій щодо споживання напоїв у медичних закладах та температури розчинення компонентів продуктів. Встановлено, що ступінь розчинення продуктів знаходиться в прямій залежності від температури води. Найменший ступінь розчинення продуктів спостерігається при 15 °С і дорівнює в середньому 28...39 %. При збільшенні температури води до 45 °С ступінь розчинення швидко зростає, а в інтервалі температур 50...60 °С процес сповільнюється. Повне розчинення продуктів спостерігається при температурі 50...60 °С. Тому згідно з отриманими експериментальними даними доцільним є використання для відновлення сухих розчинних продуктів воду з температурою в діапазоні 15...60 °С. Відновлення продуктів при більш високій температурі є недоцільним, оскільки веде до зміни білкової складової продуктів та збільшення енерговитрат. При проведенні досліджень розчинності продуктів встановлено, що найбільше значення показника відносної швидкості розчинення при температурі води 50...60 °С, мають досліджувані продукти «Vitalprod-Combi», «Vitalprod-Diabet», «Vitalprod-Renal» (100, 97, 96 % відповідно), дещо нижчий показник швидкості розчинення у продукті «Vitalprod-Forte» 86 % (що гіпотетично зумовлено нижчою розчинністю використаного у складі екстракту лимона, цитрулін малату). Контрольні зразки мають значення показника швидкості розчинення на рівні 95 та 95 % відповідно, що очевидно зумовлено використаними у складі продуктів компонентами з низьким значенням показника розчинності (використаних білків, солей мінеральних речовин тощо).

Індекс розчинності досліджуваних зразків продуктів коливається від 0,08 см³ (продукт Vitalprod-Combi) до 0,17 см³ сирого осаду в контрольному зразку 2 (рис. 2). Зміна температури води значно не вплинула на цей показник: він залишився на початковому рівні.

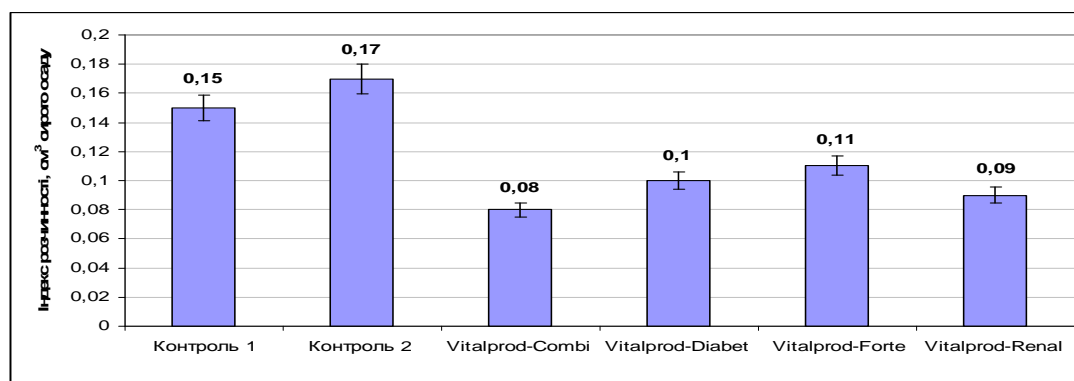


Рис. 2. Індекс розчинності сухих розчинних продуктів для ентерального харчування

Отримані дані кореспондують з результатами досліджень мікроструктури продуктів. Так, більшу розчинність мають продукти, у яких переважають частки розмірами 51...90 та 91...110 мкм. При збільшенні розміру часток понад 130 мкм швидкість розчинення стрімко падає. Оболонки великих частин при змочуванні набрякають, тим самим запобігаючи проникненню рідини всередину. А при розчиненні дрібнодисперсних часток утворюється насичений в'язкий шар, який запобігає контакту інших часток з водою, тому частки розміром 20...40 мкм мають нижчий показник розчинності.

Таким чином, встановлені раціональні параметри розчинення продуктів для ентерального харчування: температура – 15...60 °С для відновлення підготовленою питною водою у співвідношенні «продукт–вода» 1:4.

Процес відновлення залежить не лише від фізичних чинників, а й від механічних. Існує три способи розчинення продукту: змішування в ємності підготовленої води при додаванні необхідної маси продукту; змішування сухої суміші при додаванні води; поступове змішування сухої суміші з водою.

Для аналізу розчинності розроблених продуктів було досліджено характер конвекційних потоків, у які потрапляють компоненти продукту при додаванні води до продукту. Встановлено, що швидкість інверсії у більшості фракцій досліджуваних продуктів є більшою, ніж швидкість конвекції. Зокрема, різниця швидкостей інверсії та конвекції у фракції продуктів розмірами частинок 111...160 мкм становить 2,7...4,5 мм/с, у фракції розмірами 51...110 мкм – 0,4...2,4 мм/с, 29...50 мкм – 0,6...2,5 мм/с. Така різниця швидкостей є незначною, що дає підстави стверджувати про стабільність та однорідність складу продуктів, їх гарну розчинність. Разом з цим у контрольному зразку 1 у фракції розмірами 30...90 мкм, у контрольному зразку 2 у фракції розмірами 50...130 мкм та у продукті «Vitalprod-Diabet» у фракції розмірами 51...110 мкм встановлено більшу швидкість конвекції, що можна пояснити наявністю більшої кількості компонентів органічного походження та особливостями обтікання їх течією води. Водночас різниця швидкостей інверсії та конвекції у зазначених фракціях продуктів є незначною (1,2...3,1 мм/с), що свідчить про стабільність структурно-механічних властивостей продуктів.

Висновки і пропозиції. Таким чином, встановлені раціональні параметри розчинення продуктів для ентерального харчування: температура – 15...60 °С для відновлення підготовленою питною водою у співвідношенні «продукт–вода» 1:4. У подальшому актуальним є проведення фізико-хімічних, структурно-механічних досліджень якості продуктів для ентерального харчування у готовому до споживання вигляді.

Список використаних джерел

1. *Попова Т. С.* Парентеральное и энтеральное питание в хирургии / Т. С. Попова, Т. Ш. Тамашвили, А. Е. Шестопалов. – М. : Медицина, 1996. – 198 с.
2. *Lochs H.* ESPEN guidelines on adult enteral nutrition / H. Lochs, L. Valentini, S. Allison et al. // *Clinical Nutrition*. – 2006. – No. 25. – Pp. 177–360.
3. *Heyland D. K.* Enteral nutrition in the critically ill patient: a critical review of the evidence / D. K. Heyland, D. J. Cook, G. H. Guyatt // *Intensive Care Medicine*. – 1993. – No. 19. – Pp. 435–442.
4. *Griffiths A.* Meta-analysis of enteral nutrition / A. Griffiths, A. Ohisson, P. Sherman // *Gastroenterology*. – 1995. – Vol. 108, no. 4. – Pp. 56–67.
5. *Food and Nutrition Communication.* 2006 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.nestle.com/asset-library/Documents/Library/Documents/Nutrition_Health_Wellness/Food-and-Nutrition-Apr2006.pdf.
6. *Шаповал С. Л.* Методичні рекомендації до виконання науково-дослідних робіт з використанням універсального вимірювального комп'ютерного приладу / С. Л. Шаповал, Н. П. Форостяна, Р. П. Романенко. – К. : КНТЕУ, 2017. – 6 с.
7. *Гаврилова Н. Н.* Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов : учеб. пособие / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров, О. В. Яровая. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 52 с.

8. Продукты молочные для детского питания. Метод определения индекса растворимости : ГОСТ 30648.6-99. – [Действующий с 2000–10–01]. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 7 с.

9. *Найденко В. І.* Фізика та методи дослідження сировини і матеріалів / В. І. Найденко. – К., 2004. – 509 с.

10. *Рогов И. А.* Химия пищи : учебник / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко – М. : Колос С, 2007. – 853 с.

References

1. Popova, T.S. & Tamazishvili, T.Sh. & Shestopalov, A.E. (1996). *Parenteralnoe i enteralnoe pitaniye v khirurgii [Parenteral and enteral nutrition in surgery]*. Moscow: Meditsina (in Russian).

2. Lochs, H. & Valentini, L. & Allison, S. et al. (2006). ESPEN guidelines on adult enteral nutrition. *Clinical Nutrition*, 25, 177–360.

3. Heyland, D. K. & Cook, D. J. & Guyatt, G. H. (1993). Enteral nutrition in the critically ill patient: a critical review of the evidence. *Intensive Care Medicine*, 19, 435–442.

4. Griffiths, A. & Ohisson, A. & Sherman, P. (1995). Meta-analysis of enteral nutrition. *Gastroenterology*, 108 (4), 56–67.

5. Food and Nutrition Communication. 2006. Retrieved from http://www.nestle.com/asset-library/Documents/Library/Documents/Nutrition_Health_Wellness/Food-and-Nutrition-Apr2006.pdf.

6. Shapoval, S.L. & Forostyana, N.P. & Romanenko, R.P. (2017). *Metodychni rekomendatsii do vykonannya naukovo-doslidnykh robit z vykorystannyam universalnoho vymiryvalnoho kompiuternoho prykladu [Methodical recommendations on performing research works using the all-purpose measuring computer device]*. Kyiv: KNTEU (in Ukrainian).

7. Gavrilova, N.N. & Nazarov, V.V. & Yarovaya, O.V. (2012). *Mikroskopicheskiye metody opredeleniya razmerov chastitsy dispersnykh materialov [Microscopic methods for measuring the sizes of the particles of dispersible materials]*. Moscow: Mendeleev Russian University of Chemical Technology (in Russian).

8. Продукты молочные для детского питания. Метод определения индекса растворимости: ГОСТ 30648.6-99 [Deystvuyushchiy s 2000–10–01] [Dairy products for children nutrition. Method for measurement of solubility index: State Standard 30648.6-99]. Minsk: Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification, 1999 (in Russian).

9. Naydenko, V.I. (2004). *Fizyka i metody doslidzhennia syrovyny i materialiv [Physics and methods for testing raw materials and supplies]*. Kyiv (in Ukrainian).

10. Rogov, I.A. & Antipova, N.I. Dunchenko, N.I. (2007). *Khimia pishchi [Chemistry of food]*. Moscow: Kolos C (in Russian).

UDC 613.2.032.33

Iuliia Motuzka, Elena Romanenko, Svetlana Kazachenko

THE SOLUBILITY OF PRODUCTS FOR ENTERAL NUTRITION

Urgency of the research. An important condition for the formation and maintenance of human health is the provision of the body with a complicated nutrition. Especially important this problem is in the process of people with certain diseases and injuries, accompanied by metabolic changes treatment.

Target setting. It's advisable to study solubility indexes of products for enteral nutrition for the development of practical recommendations for the consumption of foods and substantiation of optimal conditions for their storage.

Actual scientific researches and issues analysis. The research of the problems of creating products for enteral nutrition is devoted to the work of scientists T. Popova, Tamazashvili T.Sh., I.Ledermeyer, D. Heyland, A.Griffiths, Grasdalen R. et al.

Uninvestigated parts of general matters defining. A significant number of foreign and domestic works are devoted to studies on the solubility of dry dairy products and products with combined composition. However, there are almost no scientific studies of the solubility and microstructure of enteral nutrition products, which, given the multicomponent composition and consumption patterns, are very important.

The research objective. The aim of work is the research of products for enteral nutrition solubility in order to develop recommendations for their rational consumption.

The statement of basic materials. Taking into account the multicomponent composition of developed products, it is necessary to study their dissolving ability. The visualization of different particle sizes, which is represented by the constituent components of the product (protein of whey, amino acids, carbohydrates, fatty component, vitamin and mineral complexes, etc.), is noted. According to the results of the study, it was determined that the largest particle size of studied products is the fractions: from 51 to 90 μm , from 91 to 110 μm and from 111 to 130 μm , and in the control samples fractions the particles size is from 130 to 350 μm . It has been researched that fractions up to 29 μm are available only in the "Vitalprod-Renal" (1.7 %) and "Vitalprod-Diabet" (10.5 %).

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

It was found that for the studied products "Vitalprod-Combi", "Vitalprod-Diabet", "Vitalprod-Renal" the greatest value of relative dissolution rate indicator is at 50-60 °C water temperature. A slightly lower (86 %) the dissolution rate is for the product "Vitalprod-Forte". The solubility index of the studied product samples varies from 0.08 cm³ to 0.17 cm³ of the crude precipitate.

Conclusions. Thus, rational parameters of dissolution of products for enteral nutrition are established: the temperature of prepared drinking water should be 15-60 °C, "product-water" ratio – 1:4.

Key words: products for enteral nutrition; solubility; solubility index; microstructure; dissolution rate.

Tabl.: 1. Fig.: 2. Bibl.: 10.

УДК 613.2.032.33

Юлія Мотузка, Елена Романенко, Светлана Казаченко

РАСТВОРИМОСТЬ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Для разработки практических рекомендаций по потреблению продуктов для энтерального питания и обоснования оптимальных условий их хранения целесообразно исследовать показатели их растворимости. Установлено, что частицы компонентов, входящих в состав продуктов, компактно размещаются друг относительно друга, что уменьшает потребность в таре при их транспортировке и хранении. Установлены рациональные параметры растворения продуктов для энтерального питания: температура - 15-60 °C для восстановления подготовленной питьевой водой в соотношении «продукт-вода» 1:4. В дальнейшем актуальным является проведение физико-химических, структурно-механических исследований качества продуктов для энтерального питания в готовом к употреблению виде.

Ключевые слова: продукты для энтерального питания; растворимость; индекс растворимости; микроструктура; влажность; фракция; скорость растворения.

Tabl.: 1. Рис.: 2. Библ.: 10.

Мотузка Юлія Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету (вул. Кіото 19, м. Київ, 02156, Україна).

Мотузка Юлія Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения, управления качеством и безопасностью Киевского национального торгового-экономического университета (ул. Киото 19, г. Киев, 02156, Украина).

Motuzka Iuliia – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Commodity Science, Management of Safety and Quality, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kioto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

E-mail: unmot@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0400-6445>

Романенко Елена Валеріївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету (вул. Кіото 19, м. Київ, 02156, Україна).

Романенко Елена Валериевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения, управления качеством и безопасностью Киевского национального торгового-экономического университета (ул. Киото 19, г. Киев, 02156, Украина).

Romanenko Olena – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Commodity Science, Management of Safety and Quality, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kioto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

E-mail: elenrom@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1804-1225>

Казаченко Світлана Володимирівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету (вул. Кіото 19, м. Київ, 02156, Україна).

Казаченко Светлана Владимировна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры товароведения, управления качеством и безопасностью Киевского национального торгового-экономического университета (ул. Киото 19, г. Киев, 02156, Украина).

Kazachenko Svetlana – PhD in Technical Sciences, Senior Lecturer of Department of Commodity Science, Management of Safety and Quality, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kioto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

E-mail: kazachtnko.svetlana@gmail.com

УДК 54.06:661.11

DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-210-216

Тетяна Пилипенко, Юлія Рябчун, Вероніка Єфімова

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ КОСМЕТИЧНИХ КРЕМІВ ДЛЯ РУК

Актуальність теми дослідження. Зважаючи на досить широкий асортимент косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на споживчому ринку України, оцінювання якості та безпечності їх використання є актуальним питанням сьогодення.

Постановка проблеми. Важливим етапом під час оцінювання якості та безпечності використання косметичних кремів по догляду за шкірою рук є аналіз їх композиційних складових, визначення основних фізико-хімічних показників, нормованих державним стандартом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню наукових і практичних питань, пов'язаних із дослідженням якості та безпечності косметичних продуктів, присвячені роботи багатьох учених та практиків.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У літературних джерелах відсутні систематичні дослідження складових косметичних кремів для рук, відомості про безпечність їх використання, рН середовища, вміст води та летких речовин, колоїдну стабільність та термостабільність.

Постановка завдання. Метою роботи було оцінювання та порівняння якості і безпечності використання косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України.

Виклад основного матеріалу. Проведено аналіз композиційних складових та основних фізико-хімічних показників якості косметичних кремів по догляду за шкірою рук вітчизняного та закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України. Вимірюваннями електрокінетичного потенціалу та квантово-хімічними розрахунками основних реакційних центрів молекул складових композицій досліджених косметичних систем підтверджено їх колоїдну стабільність.

Висновки. За основними фізико-хімічними показниками якості косметичних кремів для рук, які представляються споживачам як косметичні продукти на натуральній основі (рослинний догляд за шкірою рук), встановлено, що досліджені зразки відповідають нормованим державним стандартом значенням; за аналізом композиційних складових у досліджених кремах виявлено інгредієнти, небезпечні для алергіків та людей з чутливою шкірою рук.

Ключові слова: косметичний крем; фізико-хімічні показники якості; колоїдна стабільність; електрокінетичний потенціал; квантово-хімічні розрахунки.

Табл.: 1. Бібл.: 10.

Вступ. На споживчому ринку України представлено досить широкий асортимент косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Оцінювання якості та безпечності їх використання є актуальним питанням сьогодення. Експертизу косметичних продуктів проводять за різними показниками [1-5]. Серед основних фізико-хімічних показників якості косметичної продукції (креми косметичні), які нормуються державним стандартом [1], виділяють:

- рН середовища;
- вміст (масову частку) води та летких речовин;
- колоїдну стабільність;
- термостабільність.

Досить поширеними на косметичному ринку є емульсійні креми, що характеризуються високою косметичною ефективністю [6]. У таких косметичних системах не повинна відокремлюватись водна чи жирова фази протягом гарантійного терміну їх зберігання та при зміні температури навколишнього середовища. Для встановлення стабільності косметичних кремів використовують два методи [1; 2]. Перший полягає у визначенні колоїдної стабільності шляхом центрифугування, другий – у визначенні термостабільності за різних температур. Крем вважається стабільним, якщо після його досліджень не спостерігається виділення водної чи жирової фази (розшарування або виділення осаду).

До основних фізико-хімічних показників якості косметичних кремів відносять вміст води та летких речовин, наявних у їх складі, який за нормованим значенням масової частки має становити 5,0...98,0 %.

Косметичні креми – це багатокомпонентні системи, до складу яких додають різні речовини, що впливають на значення водневого показника рН кремів. Кислі креми (рН нижче 4,5), так само як і занадто лужні (рН вище 8,5), чинять негативну дію на шкіру. Тому визначення водневого показника такого типу засобів є також важливим етапом

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

під час оцінювання їх якості та безпечності використання. Нормоване значення рН середовища для косметичних кремів – 5,0...9,0 одиниць.

Мета роботи. Зважаючи на широкий асортимент косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України, головною метою роботи є оцінювання та порівняння якості і безпечності їх використання.

Методика досліджень. Для експериментальних досліджень якості та безпечності використання косметичних продуктів по догляду за шкірою рук було відібрано зразки торговельних марок (ТМ) вітчизняного та закордонного виробництва:

Зразок 1 – Крем для рук ТМ «Амальгама Люкс», Україна.

Зразок 2 – Крем для рук ТМ «MEDISKIN», Ізраїль.

Визначення основних фізико-хімічних показників якості досліджуваних засобів:

- рН середовища;
- масової частки (ω , %) води та летких речовин;
- колоїдної стабільності;
- термостабільності

проводили поетапно відповідно до стандартизованих методик [1].

Методом електрофорезу [7] за системою ZetaPlus (аналізатор ξ (дзета)-потенціалу від компанії Brookhaven Instruments) визначали електрокінетичний потенціал досліджуваних косметичних систем.

Квантово-хімічними розрахунками (КХР) розподілу зарядів у молекулах композиційних складових кремів їх геометрії оптимізували методом B3LYP [8] із використанням стандартного базису 6-31G у межах пакета програм GAUSSIAN [9].

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз композиційних складових досліджених зразків косметичних кремів, зазначених на маркуванні виробників їх упаковки, показав, що вони є багатокомпонентними системами наступного складу.

Зразок 1 (відносно дешевий косметичний продукт).

1. Вода.

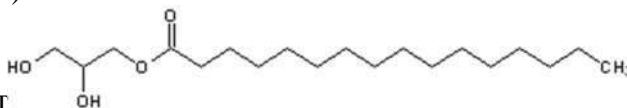
Основа для крему. Зволожує та живить шкіру, насичує її необхідними мікроелементами, зміцнює і тонізує.

2. Рослинна олія.

Живить, пом'якшує, зволожує, підвищує тонус, пружність та еластичність шкіри, а також запобігає її старінню.

3. Гліцерин.

Акумулює вологу на ділянках шкіри, за рахунок проникнення в епідерміс робить шкіряний покрив більш м'яким та зволженим. Враховуючи те, що гліцерин змішується з водою у співвідношенні 10:1 [6], і такий баланс може підтримуватись за умови вологості повітря близько 65 %, він починає вбирати вологу з шарів шкіри, висушуючи її, застосування крему з гліцерином має відповідні обмеження (оптимальний рівень вологості повітря 45...65 %).



4. Гліцерил стеарат

Емульгатор, оксигеновмісна речовина, яка покращує утворення емульсії, перешкоджаючи її диспергуванню, а також розшаруванню компонентів косметичного засобу, збільшує термін його придатності. Запобігає зневодненню шкіри.

5. Емульсійний віск.

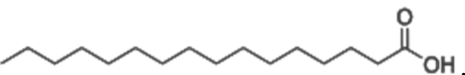
Підвищує стабільність емульсії, сприяє рівномірному розподілу УФ-фільтрів. У концентраціях 2...3 % проявляє найбільшу стабільність емульсії у поєднанні з іншими емульгаторами [5; 6].

6. Стеаринова кислота



Емульгатор, оксигеновмісна речовина, яка виконує функцію моделювання консистенції косметичного крему, рівномірного розподілу його інгредієнтів, відповідає за стабілізацію емульсії. Пом'якшує шкіру, утворює тонку плівку на її поверхні, що запобігає зневодненню шкіри.

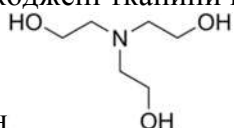
7. Пальмітинова кислота



Емульгатор, загущувач, оксигеновмісна речовина, що належить до ряду жирних кислот. Захищає суху шкіру від обвітрювання, УФ-променів та обмороження.

8. Екстракт подорожника.

Композиційна складова, що виконує протизапальну, ранозагоючу та бактерицидну дію. Регенерує пошкоджені тканини шкіри, пом'якшує та тонізує її.

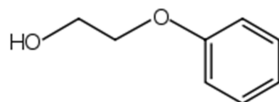


9. Триетаноламін

Стабілізатор, регулятор кислотності, консервант, що збільшує термін зберігання косметичного крему. Застосовується як маскуюча нітроген- та оксигеновмісна речовина для ароматизаторів та поверхнево активних речовин.

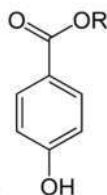
10. Віддушка.

Надає приємного аромату косметичному засобу.



11. Феноксietанол

Консервант, антибактеріальна оксигеновмісна речовина, фіксатор віддушок. За підвищених концентрацій у кремі проявляє сильний подразнюючий ефект. Використовується у поєднанні з іншими консервантами (парабенами), оскільки погано діє на грибові бактерії. Застосування косметичних продуктів за наявності у них феноксietанолу не рекомендується для алергіків, людей з чутливою шкірою [10].



12. Парабени – метилпарабен, етилпарабен, бутилпарабен, пропілпарабен, ізобутилпарабен.

Консерванти, що характеризуються антисептичним ефектом.

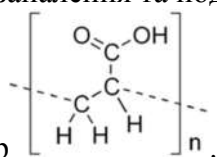
На маркуванні виробника дослідженого зразка зазначено – крем для рук на натуральній основі, що проявляє зволожуючі властивості, живить шкіру, відновлює її, запобігає старінню, захищає від УФ-променів. При цьому не вказано, яка рослинна олія (чи олії) входять до складу «натурального» крему, що вміщує не дуже корисні для шкіри компоненти (феноксietанол, метилпарабен, етилпарабен, бутилпарабен, пропілпарабен, ізобутилпарабен), здатні негативно впливати на організм людини при повсякденному застосуванні косметичного засобу за наявності у ньому таких інгредієнтів [5; 10].

Зразок 2 (недешевий косметичний продукт).

1. Демінералізована вода.
2. Гліцерин.
3. Стеаринова кислота.
4. Диметикон.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Широко використовуваний у складі косметичних продуктів силіконовий полімер, який зменшує запалення та подразнення шкіри.



5. Карбомер

Група полімерів, похідних акрилової кислоти. Використовується як оксигеновмісний емульгатор, здатний утворювати стійкі емульсії. Зволожує, освіжає та заспокоює шкіру. До складу косметичних кремів додається у невеликій кількості.

6. Уснінова кислота.

Багатофункціональний косметичний інгредієнт, який виділяють із цетрарії (ісландського моху). Характеризується антимікробними властивостями, ефективний проти різних мікробів. Проявляє захисну дію, знімає запалення шкіри, викликані ультрафіолетом.

7. Хлорфенезин.

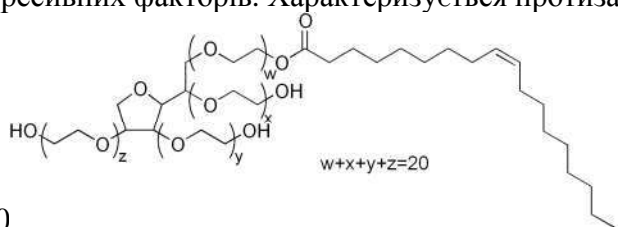
Композиційна складова, що запобігає росту та розмноженню грибків і бактерій.

8. Натрій гідроксид.

Регулятор рН косметичного крему.

9. Молочна кислота.

Виконує подвійну функцію – як основна складова і як розчинник. Проявляє бактерицидні властивості. Наявність цього компонента в косметичному кремі сприяє вирівнюванню рельєфу поверхні шкіри. Омолоджуючий і ліфтинговий ефект молочної кислоти пов'язаний із здатністю стимулювати процес утворення нових клітин шкіри і фібробластів, які відповідають за вироблення колагену та еластану. Вона є одним із компонентів натурального зволожуючого фактора (NMF) [3; 6]. Антиоксидантні властивості молочної кислоти підсилюють її омолоджуючий ефект, знижуючи вироблення вільних радикалів. Захищає шкіру від агресивних факторів. Характеризується протизапальною дією.



10. Полісорбат-20

Використовується як оксигеновмісний емульгатор та стабілізатор косметичного крему.

11. Екстракт ісландського моху.

Антиоксидант, консервант, який характеризується протигрибковою та антисептичною дією. Знімає подразнення шкіри та тонізує її. Характеризується протизапальною дією.

12. Вітамін Е (токоферол).

Потужний антиоксидант. Ефективно захищає шкіру від старіння та факторів навколишнього середовища. Це також відомий консервант, який вводять до складу косметичних формул з метою захисту молекул композиційних складових від руйнування.

13. Віддушка.

На маркуванні виробника дослідженого зразка зазначено – рослинний догляд за шкірою рук. При цьому в композицію косметичної системи не дешевого «рослинного догляду» входять силіконовий полімер, група полімерів, складова хлорфенезин [4; 10].

Аналіз результатів експериментальних досліджень по визначенню основних фізико-хімічних показників якості відібраних засобів по догляду за шкірою рук, зведених у таблицю 1, показав, що їх значення знаходяться в межах допустимої норми [1].

Характеристика фізико-хімічних показників якості косметичних кремів для рук

| Назва показника / Нормоване значення | Зразки | |
|--|-------------------|-------------------|
| | 1 | 2 |
| pH / 5,0-9,0 | 7,0 | 7,2 |
| Масова частка води та летких речовин, % / 5,0-98,0 | 75,5 | 79,0 |
| Колоїдна стабільність / Стабільна система | стабільна система | стабільна система |
| Термостабільність / Стабільна система | стабільна система | стабільна система |

Значення рН середовища і масова частка води та летких речовин майже не відрізняються як для відносно дешевого (зразок 1), так і дорожчого (зразок 2) косметичного продукту. За колоїдною стабільністю та термостабільністю обидві косметичні системи – стабільні.

Колоїдна стабільність досліджених композицій з урахуванням електрофоретичної рухливості підтверджена і визначальною характеристикою емульсійних систем – електрокінетичним потенціалом (ξ -потенціал) [7]. Значення ξ -потенціалу для зразків 1 та 2 дорівнюють відповідно 42 та 45 мВ. Дослідним шляхом встановлено та теоретично розраховано, що 30 мВ – це мінімальне значення електрокінетичного потенціалу, при якому колоїдна система є стійкою. Електрофоретичним розсіюванням світла при електрофорезі визначено напрямок зміщення його частоти у бік позитивно зарядженого електрода (анода), що свідчить про негативний заряд емульгуючих частинок.

Методом квантово-хімічних розрахунків [8; 9] ефективних зарядів на основних реакційних центрах молекул оксигеновмісних емульгаторів, наявних у косметичних системах, що надають їм певний електрокінетичний потенціал, також встановлено негативні заряди на атомах оксигену сполук, які змінюються в діапазоні $-0,501 \dots -0,783$. Це означає, що за даними КХР та електрокінетичних визначень стійкість досліджених косметичних систем зумовлена електростатичним фактором їх стабілізації [6; 7], електростатичними силами відштовхування між негативно зарядженими частинками емульсійних складових.

Висновки.

1. Встановлено, що за основними фізико-хімічними показниками якості косметичних кремів для рук, які представляються споживачам як косметичні продукти на натуральній основі (рослинний догляд за шкірою рук), досліджені зразки більш дешевого вітчизняного та дорожчого закордонного виробників відповідають нормованим державним стандартам значенням, проте за аналізом їх композиційних складових у них виявлено не дуже корисні для шкіри інгредієнти, небезпечні для алергіків та людей з чутливою шкірою рук.

2. Колоїдна стабільність композицій досліджених косметичних систем підтверджена вимірними значеннями електрокінетичного потенціалу та квантово-хімічними розрахунками ефективних зарядів на основних реакційних центрах молекул їх складових.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4765:2007. Креми косметичні. Загальні технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 7 с.
2. Хребтань О. Б. Дослідження якості та безпечності косметичних кремів для рук / О. Б. Хребтань, А. М. Кучинська // Вісник Чернігівського державного технологічного ун-ту. Серія: «Технічні науки». – 2012. – № 3 (59). – С. 55–62.
3. Дослідження фізико-хімічних показників якості піномийних косметичних засобів / Т. Пилипенко, О. Чигиринець, В. Воробйова, В. Єфімова // Технічні науки та технології. – 2016. – № 1 (3). – С. 222–228.
4. Вишнікіна О. В. Хімічна експертиза якості косметичних засобів, що імпортуються в Україну / О. В. Вишнікіна, О. А. Лихолат // Вісник Академії митної служби України. Серія: «Технічні науки». – 2009. – № 1. – С. 55–62.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

5. Прокопенко В. П. Дослідження хімічного складу косметичних засобів / В. П. Прокопенко, М. С. Кіркова // Імідж сучасного педагога. – 2013. – № 6. – С. 35–36.
6. Кривова А. Ю. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов / А. Ю. Кривова, В. Х. Паронян. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 668 с.
7. Колоїдна хімія : [підручник] / М. О. Мchedlov-Петросян, В. І. Лебідь, О. М. Глазкова, О. В. Лебідь. – 2-ге вид., виправл. і доповн. – Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
8. Becke A. D. // J. Chem. Phys. – 1993. – Vol. 98. – Pp. 5648.
9. Gaussian, Inc., Pittsburgh PA / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel [and other]. – 1999.
10. Суворов А. В. Справочник по клинической токсикологии / А. В. Суворов. – Нижний Новгород : Изд-во НГМА, 1996. – 180 с.

References

1. DSTU 4765:2007. *Kremy kosmetychni. Zahalni tekhnichni umovy [DSTU 4765:2007. Creams cosmetic. General technical conditions]* (2008). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
2. Khrebtan, O.B. & Kuchynska, A.M. (2012). Doslidzhennia yakosti ta bezpechnosti kosmetychnykh kremiv dlia ruk [Investigation of the quality and safety of hand creams]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho un-tu. Serii: «Tekhnichni nauky» – Visnyk chernihiv state technological university. Series: «Technical sciences»*, no. 3, issue 59, pp. 55–62 (in Ukrainian).
3. Pylypenko, Tetiana, Chyhyrynets, Olena, Vorobiova, Viktoriia & Yefimova, Veronika (2016). Doslidzhennia fizyko-khimichnykh pokaznykiv yakosti pinomynykh kosmetychnykh zasobiv [Investigation of the physical and chemical indexes of quality of the cosmetic cleansers which form suds]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, no. 1, issue 3, pp. 222–228 (in Ukrainian).
4. Vyshnikina, O.V. & Lykholat, O.A. (2009). Khimichna ekspertyza yakosti kosmetychnykh zasobiv, shcho importuetsia v Ukrainu [Chemical examination of the quality of cosmetic products into Ukraine]. *Visnyk Akademii mytoi sluzhby Ukrainy. Serii: «Tekhnichni nauky» – Bulletin of the Academy of Customs of Ukraine. Series: «Technical sciences»*, no. 1, pp. 55–62 (in Ukrainian).
5. Prokopenko, V.P. & Kirkova, M.S. (2013). Doslidzhennia khimichnoho skladu kosmetychnykh zasobiv [Investigation of the chemical composition of cosmetic products]. *Imidzh suchasnoho pedahoha – The image of a modern educator*, no. 6, pp. 35–36 (in Ukrainian).
6. Krivova, A.Iu. & Paronian, V.Kh. (2009). *Tekhnologiia proizvodstva parfiumerno-kosmeticheskikh produktov [Technology of production of perfumery and cosmetic products]*. Moscow: DeLi print (in Russian).
7. Mchedlov-Petrosian, M.O., Lebid, V.I., Hlazkova, O.M. & Lebid, O.V. (2012). *Koloidna khimiia [Colloidal chemistry]* (2nd ed., rev. end enl.). Kharkiv: KhNU im. V.N. Karazina (in Ukrainian).
8. Becke A.D. (1993). J. Chem. Phys. Vol. 98, p. 5648.
9. Gaussian, Inc., Pittsburgh PA / M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel [and other].
10. Suvorov, A.V. (1996). *Spravochnik po klinicheskoi toksikolohii [Reference book on clinical toxicology]*. Nizhny Novgorod: Izd-vo NGMA (in Russian).

UDC 54.06:661.11

Tetiana Pylypenko, Yuliya Riabchun, Veronica Efimova

INVESTIGATION OF THE QUALITY OF HAND CREAMS

Urgency of the research. Due to the wide range of cosmetic skin care creams of both Ukrainian and foreign production, presented on Ukrainian consumer market, the assessment of the quality and safety of their use has a great importance.

Target setting. An important step in quality and safety assessment of the cosmetic creams for the skin care is the analysis of their composition, the definition of basic physical and chemical indexes, normalized by the state standard.

Actual scientific researches and issues analysis. The work of many scientists and practitioners is devoted to solving scientific and practical problems related to the research on quality and safety of cosmetic products.

Uninvestigated parts of general matters defining. Literary sources lack in systematic studies of the cosmetic hand creams, information on the safety of their use, pH, volatile substances and water content, colloidal stability and thermal stability.

The research objective. The aim of the work is to evaluate and compare the quality and safety of cosmetic creams for skin care of both Ukrainian and foreign production, presented today on the market of Ukraine.

The statement of basic materials. We have conducted an analysis of the composition and basic physical and chemical indexes of the quality of cosmetic creams for skin care of Ukrainian and foreign production, presented today on the consumer market of Ukraine. Measurements of electro kinetic potential and quantum-chemical calculations of the main reactive centers of molecules investigated cosmetic systems confirmed their colloidal stability.

Conclusions. According to the basic physical and chemical indexes of the quality of cosmetic hand creams that are presented for the consumers as cosmetic products on a natural basis (plant care for the skin of hands), it has been established that the samples examined meet the standardized value of the state standard; According to the analysis of the compositional components in the investigated creams, ingredients were found to be hazardous for the people with sensitive skin and allergies.

Key words: cosmetic cream; physical and chemical indexes of quality; colloidal stability; electrokinetic potential; quantum-chemical calculations.

Tabl.: 1. Bibl.: 10.

УДК 54.06:661.11

Татьяна Пилипенко, Юлия Рябчун, Вероника Ефимова

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КОСМЕТИЧЕСКИХ КРЕМОВ ДЛЯ РУК

Проведен анализ композиционных составляющих и основных физико-химических показателей качества косметических кремов по уходу за кожей рук отечественного и зарубежного производства, представленных на сегодня на потребительском рынке Украины. Измерениями электрокинетического потенциала и квантово-химическими расчетами основных реакционных центров молекул составляющих композиций исследованных косметических систем подтверждено их коллоидную стабильность.

Ключевые слова: косметический крем; физико-химические показатели качества; коллоидная стабильность; электрокинетический потенциал; квантово-химические расчеты.

Tabl.: 1. Bibl.: 10.

Пилипенко Тетяна Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Пилипенко Татьяна Николаевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Pylipenko Tetiana – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine «Ihor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: pilipenkotm@bigmir.net

Рябчун Юлія Володимирівна – студентка, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Рябчун Юлия Владимировна – студентка, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Riabchun Yuliya – student, National Technical University of Ukraine «Ihor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: xrazars23@gmail.com

Єфімова Вероніка Гаріївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

Ефимова Вероника Гарриевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

Efimova Veronica – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine «Ihor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: yefimova_vg@bk.ru

Діна Федорова

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУХИХ РИБО-РОСЛИННИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Актуальність теми дослідження. Впровадження ресурсозберігаючих технологій є важливим аспектом ефективності функціонування підприємств харчопереробної галузі та закладів ресторанного господарства. Важливого значення для продовольчої безпеки країни набувають технології маловідходної переробки доступної для широких верств населення дрібної рибної сировини, передусім родини бичкових (*Gobiidae*), яка сьогодні є однією із найчисельніших вітчизняних морських риб.

Постановка проблеми. Вирішення завдання раціонального використання вітчизняної дрібної рибної сировини передбачає розвиток технологій її комплексного перероблення на харчові продукти, зокрема на сухі рибо-рослинні напівфабрикати (РРН) для кулінарної продукції, хлібобулочних виробів, снекової продукції, концентратів та ін. У результаті багатопланових досліджень авторами розроблено технологію сухих РРН на основі комплексного перероблення нежирної дрібної рибної сировини *Gobiidae* у комплексі з рослинною клітковиною. Дослідження функціонально-технологічних властивостей сухих РРН та обґрунтування напрямів їх використання в технологіях харчової продукції є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у вирішення фундаментальних питань створення технологій сухих продуктів на основі рибної сировини зробили дослідження таких учених, як Л. С. Абрамова, Л. В. Антипова, Г. І. Касьянов, Т. М. Сафронова, Ю. А. Фатихов, С. Bonazzi, Н. Hayashi та ін. Багато з них продовжують досліджувати цю проблему, оскільки вона не втратила своєї актуальності і сьогодні. Останніми роками відзначається підвищення зацікавленості науковців до створення нових технологій харчових продуктів з риби, збагачених харчовими волокнами.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідженню функціонально-технологічних характеристик рослинної клітковини з метою регулювання структурно-механічних властивостей харчових систем із їх вмістом присвячені роботи багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених проте, системних досліджень щодо вивчення функціонально-технологічних властивостей комплексу рибної сировини та рослинної клітковини у складі сухих рибо-рослинних напівфабрикатів у літературі не наведено.

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження функціонально-технологічних властивостей сухих рибо-рослинних напівфабрикатів з метою обґрунтування технології їх використання у харчовій продукції.

Виклад основного матеріалу. Встановлено, що процес набрякання сухих РРН відбувається у два етапи: проникнення розчинника всередину продукту та безпосереднє набрякання полімерів. За типом кінетичних кривих встановлено, що сухим РРН властиве обмежене набрякання, яке закінчується поглинанням розчинника природними біополімерами. За результатами проведених досліджень функціонально-технологічних властивостей сухих та гідратованих РРН встановлено, що базові РРН є мени гідрофільними порівняно зі збагаченими РРН з використанням клітковини насіння льону. Підтверджено, що види використаної рибної сировини у складі РРН також мають вплив на їх гідратаційні властивості. Так, використання клітковини насіння льону сприяє підвищенню гідрофільних властивостей РРН у середньому на 5...11 %, а використання фаршу з гідролізованих рибних голів – на 2...5 % відповідно. Отже, провідну роль у процесі гідратації РРН відіграють полісахариди клітковини висівку та насіння льону, які впливають на вологопоглинальну здатність за рахунок зміцнення зв'язку харчових волокон із сорбційною вологою у гетерогенній системі, причому цей вплив перевищує вплив білкової гідроколоїдів РРН. Максимальний синергійний ефект щодо підвищення вологопоглинальної, вологоутримувальної, жирутримувальної та емульгувальної властивостей відзначено у зразка РРН, що виготовлений із гідролізованих голів *Gobiidae* з використанням клітковини з насіння льону. З'ясовано, що РРН, виготовлені на основі фаршів з гідролізованих голів *Gobiidae*, мають вищу гідратаційну здатність та характеризуються більш високими функціонально-технологічними властивостями щодо волого-, жирутримання та емульгування порівняно із РРН, виготовлених з фаршів з м'язово-скелетних тканин *Gobiidae*, що є наслідком більшого вмісту в них глютинізованого колагену.

Висновки. Підвищення температури до 60 °С призводить до прискорення процесу набрякання всіх досліджуваних зразків РРН. Провідну роль у процесі гідратації відіграють полісахариди клітковини висівку та насіння льону, а також білок як основні складові РРН. Максимальний показник вологопоглинання РРН (3,87 од.) спостерігається при взаємодії з водою температури 60 °С протягом 15-60 с. Проте при підвищенні температури води до 60 °С вологоутримувальна здатність гідратованих РРН знижується – від 2,1 до 6,7 %. Це дає підстави рекомендувати здійснювати гідратацію сухих РРН перед використанням у виробництві харчової продукції при температурі води 20±2 °С. Отримані результати досліджень можуть бути використані у процесі розроблення технологій харчових продуктів з використанням сухих рибо-рослинних напівфабрикатів і надають можливість розробити оптимальні параметри технологічного процесу виготовлення кулінарної, кондитерської продукції та харчових концентратів з використанням сухих РРН.

Ключові слова: рибо-рослинні напівфабрикати; показник вологопоглинання; гідратаційна здатність; жирутримувальна здатність; емульгування.

Табл.: 2. Рис.: 3. Бібл.: 11.

Постановка проблеми. Впровадження ресурсозберігаючих та конкурентоспроможних технологій є важливим аспектом ефективності функціонування підприємств харчопереробної галузі та закладів ресторанного господарства. Важливого значення для про-

довольчої безпеки країни набувають технології маловідходної переробки доступної для широких верств населення дрібної рибної сировини, передусім родини бичкових (*Gobiidae*), яка сьогодні є однією із найчисельніших вітчизняних морських риб за обсягом видобутку [1; 2]. Створення ресурсозберігаючих технологій сухих порошкоподібних напівфабрикатів на основі комплексного перероблення дрібної риби є актуальним завданням для вітчизняної харчової промисловості. Актуальність розробки визначається також зростаючими потребами суспільства у харчових продуктах швидкого приготування. Сушені продукти не вимагають особливих умов і витрат на устаткування й виробничі площі під час зберігання в результаті значного зменшення їх маси і тривалої стійкості до мікробного псування. Наявність певних функціонально-технологічних властивостей сушених продуктів, зокрема сухих рибо-рослинних напівфабрикатів, дозволяє застосовувати їх у традиційних технологіях широкого асортименту кулінарної продукції як смакоароматичні агенти, як основний компонент або білково-мінеральна добавка у харчових концентратах, хлібобулочних і борошняних виробках, напівфабрикатів високого ступеня готовності, інноваційної снекової продукції для «здорового перекусу» тощо. Слід відзначити відсутність на вітчизняному ринку детермінованих за поживною цінністю концентрованих продуктів швидкого приготування і снєків, які б могли задовольнити зростаючі потреби сучасних споживачів щодо швидкого і здорового харчування. Вони можуть використовуватися в закладах ресторанного господарства, зокрема у мережі підприємств швидкого обслуговування (бістро), у кондитерських цехах тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у вирішення фундаментальних питань створення технологій сухих продуктів на основі рибної сировини надали дослідження таких учених, як Л. С. Абрамова, Л. В. Антипова, Г. І. Касьянов, Т. М. Сафронова, Ю. А. Фатихов, С. Bonazzi, Н. Hayashi та ін. Багато з них продовжують досліджувати цю проблему, оскільки вона не втратила своєї актуальності і сьогодні. Останнім часом відзначається підвищення зацікавленості науковців до створення нових технологій харчових продуктів з риби, збагачених харчовими волокнами. При цьому авторами особлива увага приділяється дослідженню наукових аспектів використання у складі рибних продуктів нерозчинних форм харчових волокон, зокрема рослинної клітковини [3; 4].

Використання рослинної клітковини у складі рибних продуктів надає їм оздоровчих властивостей, дозволяє знизити енергетичну цінність, вміст холестерину та жирів. Рослинна клітковина у технологіях рибних продуктів також може вирішувати певні технологічні завдання щодо волого- та жирутримання, регулювання гідратаційних, в'язкопластичних та адгезійних властивостей, текстурних та сенсорних характеристик, показників якості під час зберігання [5].

Дослідниками підтверджено технологічну та фізіологічну ефективність використання рослинної клітковини, зокрема висівок пшеничних, у технологіях комбінованих і реструктурованих рибних продуктів. Технологічний ефект використання пшеничних висівок у складі рибних фаршів з м'язової тканини хека, ставриди та інших видів риби полягає у підвищенні вологозв'язуючих властивостей та покращення структурно-механічних характеристик фаршів [4; 5]. Проте даних щодо застосування сухих продуктів переробки дрібної рибної сировини у комплексі із рослинною як поліфункціональних порошкоподібних напівфабрикатів високого ступеня готовності у виробництві кулінарної продукції та борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової та біологічної цінності в літературних джерелах не описано.

У результаті багатопланових досліджень авторами розроблено технологію сухих рибо-рослинних напівфабрикатів на основі комплексного перероблення нежирної дрібної рибної сировини у комплексі із рослинною (клітковина висівок пшеничних та насіння льону), які отримані методом ступеневого конвективного сушіння [6; 7]. Перевагами роз-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

робленої технології є підвищення використання біопотенціалу вітчизняної дрібної рибної сировини, забезпечення мінімальних втрат термолабільних есенціальних нутрієнтів під час сушіння, поліпшення органолептичних характеристик сухих рибо-рослинних напівфабрикатів. Використання розроблених рибо-рослинних напівфабрикатів у виробництві харчової продукції дозволить підвищити вміст у ній есенціальних амінокислот, поліненасичені жирні кислоти, зокрема омега-3, мінеральних елементів, зокрема кальцію, фосфору та магнію, вітамінів групи В та інших біологічно цінних речовин [6; 8].

Виділення не вирішених раніше частин загальної наукової проблеми. Дослідженню функціонально-технологічних характеристик рослинної клітковини з метою регулювання структурно-механічних властивостей харчових систем із їх вмістом присвячені роботи багатьох вітчизняних і зарубіжних учених: А. М. Дорохович, В. Ф. Доценка, В. І. Дробот, К. Г. Іоргачової, Л. І. Карнаушенко, В. М. Ковбаси, Л. П. Малюк, В. М. Пасічного, П. П. Пивоварова, Ф. В. Перцевого та ін. Проте системних досліджень щодо вивчення функціонально-технологічних властивостей комплексу рибної сировини та рослинної клітковини у складі сухих рибо-рослинних напівфабрикатів у літературі не наведено.

Відсутність у рибній сировині баластних речовин не дозволяє розглядати продукцію з рибного фаршу як таку, що відповідає формулі оптимального харчування людини. Поєднання рибної сировини та рослинної клітковини у складі рибо-рослинних напівфабрикатів має декілька важливих цілей:

- поліпшення органолептичних властивостей напівфабрикатів;
- формування заданих функціонально-технологічних властивостей;
- підвищення харчової цінності, забезпечення фізіологічного вмісту харчових волокон, що необхідні для підтримання нормальної внутрішньої екології людини та формування оздоровчих властивостей готової продукції.

Враховуючи, що перспективною сферою застосування сухих рибо-рослинних напівфабрикатів є борошняні та комбіновані кулінарні вироби із січеної рибної, овочевої та овочево-круп'яної мас (паштети, формовані полікомпонентні кулінарні вироби), рослинна клітковина у таких технологіях може вирішувати певні технологічні завдання щодо волого- та жирутримання, регулювання гідратаційних, в'язко-пластичних та адгезійних властивостей, текстурних та сенсорних характеристик, показників якості під час зберігання. Таким чином, дослідження функціонально-технологічних властивостей сухих рибо-рослинних напівфабрикатів та обґрунтування напрямів їх використання в технологіях харчової продукції є актуальним та своєчасним завданням.

Метою роботи є дослідження функціонально-технологічних властивостей сухих рибо-рослинних напівфабрикатів з метою обґрунтування технології їх використання у харчовій продукції.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити певні завдання:

- обґрунтувати вплив джерел харчових волокон та виду рибної сировини у складі рибо-рослинних напівфабрикатів різної дисперсності на їх водопоглинальну, водо- та жирозв'язувальну здатність;
- дослідити вплив виду і температури рідкого середовища на кінетику гідратації рибо-рослинних напівфабрикатів, їх емульгувальну здатність;
- обґрунтувати перспективні напрями використання розроблених рибо-рослинних напівфабрикатів у виробництві харчової продукції.

Виклад основного матеріалу. Об'єкти дослідження – сухі рибо-рослинні напівфабрикати (РРН) на основі цілого бланшованого патраного без голови Gobiidae та термооброблених голів Gobiidae з використанням композицій рослинної клітковини:

- рибо-рослинний напівфабрикат базовий з цілого бланшованого патраного без голови Gobiidae з висівками пшеничними (БП);

- рибо-рослинний напівфабрикат базовий з термооброблених голів *Gobiidae* з висівками пшеничними (БП);
- рибо-рослинний напівфабрикат збагачений з цілого бланшованого патраного без голови *Gobiidae* з висівками пшеничними та клітковиною насіння льону (ЗПЛ);
- рибо-рослинний напівфабрикат збагачений з термооброблених голів *Gobiidae* з висівками пшеничними та клітковиною насіння льону (ЗПЛЛ).

Досліджували органолептичні, фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості сухих рибо-рослинних напівфабрикатів. Були досліджені такі властивості рибо-рослинних напівфабрикатів: вологість, середній розмір частинок порошку, об'ємна маса напівфабрикату. Дослідження цих властивостей має практичне значення для характеристики напівфабрикатів та рекомендацій з їх використання та зберігання. Визначали водопоглинальну, водо- та жирозв'язувальну здатність сухих РРН при температурі $20 \pm 2^\circ \text{C}$ (табл. 1).

Таблиця 1

Функціонально-технологічні та органолептичні показники сухих рибо-рослинних напівфабрикатів, ($\bar{X} \pm m$), ($T = 20 \pm 2^\circ \text{C}$)

| Найменування показника | Значення (характеристика) показника | | | |
|---|---|---|--|---|
| | БП | БПП | ЗПЛ | ЗПЛЛ |
| Масова частка вологи, % | $6,50 \pm 0,13$ | $7,79 \pm 0,09$ | $7,01 \pm 0,15$ | $8,06 \pm 0,10$ |
| Активна кислотність, рН | $6,49 \pm 0,12$ | $6,22 \pm 0,16$ | $6,28 \pm 0,11$ | $6,15 \pm 0,13$ |
| Середній лінійний діаметр часток, $d \cdot 10^{-3}$ м | $0,27 \pm 0,02$ | $0,36 \pm 0,02$ | $0,22 \pm 0,02$ | $0,30 \pm 0,02$ |
| Об'ємна маса, кг/м^3 | 368 ± 12 | 376 ± 11 | 379 ± 12 | 388 ± 16 |
| Показник водопоглинання, од. | $2,72 \pm 0,11$ | $3,20 \pm 0,17$ | $3,30 \pm 0,20$ | $3,63 \pm 0,21$ |
| Жирозв'язувальна здатність, % | $119,2 \pm 2,3$ | $128,9 \pm 3,1$ | $142,1 \pm 2,8$ | $155,9 \pm 2,5$ |
| Зовнішній вигляд, консистенція | Сухий порошок, є незначна кількість грудочок, які легко розсипаються під час механічного впливу | | | |
| Колір | Світло-сірий | Світло-кремовий | Кремовий | Кремовий |
| Смак та запах ¹ | Приємний, слабо виражені смак та аромат риби, без сторонніх запахів та присмаків | Приємний, в міру виражені смак та аромат риби, без сторонніх запахів та присмаків | Приємний, слабо виражені смак та аромат риби, без сторонніх запахів та присмаків | Приємний, в міру виражені смак та аромат риби, без сторонніх запахів та присмаків |

¹ Визначали за пробою на варіння протягом 5 хв.

Встановлено, що розроблені напівфабрикати, виготовлені на основі фаршу з рибних голів мають дещо вищу масову частку вологи (на $15,0...19,8\%$), більший середній лінійний діаметр часточок (на $33,3...36,4\%$) та об'ємну масу (на $2,2...2,4\%$) порівняно із напівфабрикатами на основі цілого патраного *Gobiidae* (табл. 1). Активна кислотність напівфабрикатів на основі рибних голів на $2,1...4,2\%$ вища порівняно із напівфабрикатами на основі цілого патраного *Gobiidae*, що пов'язано із вищим вмістом ліпідів та продуктів їх окиснення.

Відзначено суттєве підвищення показника водопоглинання та жирозв'язувальної здатності у РРН з голів *Gobiidae*, значення яких на $10,4...17,6\%$ та $8,1...9,7\%$ вищі за відповідні значення показників для напівфабрикатів з цілого патраного *Gobiidae*.

Використання клітковини з насіння льону дозволяє значно поліпшити функціонально-технологічні властивості РРН, зокрема їх показник водопоглинання зростає на $13,4...21,3\%$, а жирозв'язувальна здатність – на $19,2...20,9\%$.

Наведені дані дозволяють констатувати позитивний вплив на функціонально-технологічні властивості РРН використання гідролізованої рибної сировини – голів *Gobiidae*, а також клітковини з насіння льону, які дозволяють значно підвищити волого- та жи-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

розв'язувальну здатності РРН. Найвищі значення водопоглинання (4,6 од.) та жорсткості (170,9 %) відмічено для зразка ЗГПЛ, що виготовлений із термооброблених голів *Gobiidae* з висівками пшеничними (вівсяними) та клітковиною насіння льону (ЗГПЛ), що підтверджує доцільність комплексного використання рибної та рослинної сировини.

Завдяки додаванню рослинних компонентів покращуються гідратаційні властивості РРН (збільшується показник водопоглинання), що дозволить регульовано покращувати структурно-механічні показники харчових систем з їх вмістом (табл. 1).

Результати досліджень фізико-хімічних показників РРН на основі *Gobiidae* та рослинної клітковини свідчать про їх високу технологічну придатність для використання у виробництві кулінарної продукції, борошняних кулінарних і кондитерських виробів, харчових концентратів, які потребують відновлення.

Використання сухих РРН у складі борошняних та комбінованих кулінарних виробів з січеної рибної, овочевої та овочево-круп'яної мас (паштети, формовані полікомпонентні кулінарні вироби), харчових концентратів обідньої продукції (перших і других обідніх страв) передбачає доцільність попереднього відновлення сухих напівфабрикатів у воді або інших видах рідини. Оскільки в технологіях борошняних кулінарних і кондитерських виробів як рідкий компонент використовується молоко, молочна сироватка або кефір, досліджували кінетику гідратації рибо-рослинних напівфабрикатів у цих середовищах. При взаємодії сухих РРН із рідиною відбувається процес їх гідратації (набрякання), який супроводжується збільшенням об'єму та маси. Це зумовлює необхідність дослідження цього процесу, що має важливе значення з погляду забезпечення якості готової продукції.

Оскільки умови проведення технологічного процесу мають значний вплив на якість та властивості кінцевого продукту, вивчали кінетику процесу гідратації РРН у воді при температурах 20 та 60 °С, які є традиційними для оцінки гідратаційних властивостей харчових систем у виробництві борошняних та хлібобулочних виробів [9].

Аналіз отриманих даних засвідчив, що процес кінетики гідратації для всіх зразків РРН відбувається достатньо швидко і з однаковою закономірністю. Показники вологопоглинання РРН за різної температури води вже за 5-60 с досягають 77...89 % від максимального значення (рис. 1). Спочатку відбувається проникнення розчинника усередину продукту, а потім безпосередньо процес набрякання. При подальшій взаємодії зразків рідиною після досягнення максимального значення спостерігається певне зменшення ступеня набрякання. Зниження набрякання можна пояснити частковим розчиненням, яке супроводжується переходом сухих речовин РРН у воду. Встановлено, що найбільший показник вологопоглинання спостерігається при взаємодії з водою температурою 60 °С протягом 12-60 с. Вплив підвищення температури не має суттєвого впливу на підвищення гідратаційної здатності РРН. Однак за температури розчинника 60 °С спостерігається вища швидкість поглинання зразком низькомолекулярної рідини.

У результаті дослідження встановлено, що види використовуваної рибної та сировини у складі РРН мають вплив на їх гідратаційні властивості. Так, використання клітковини насіння льону сприяє підвищенню гідратаційних властивостей РРН у середньому на 5...11 %, а використання фаршу з рибних голів – на 2...5 % відповідно.

ЗГПЛ характеризуються найвищим показником вологопоглинання порівняно з іншими досліджуваними зразками. Максимальний показник вологопоглинання ЗГПЛ (3,87 од.) спостерігається при взаємодії з водою температури 60 °С протягом 15-60 с. При температурі розчинника 20 °С цей показник має значення 3,77 од., що немає суттєвої різниці.

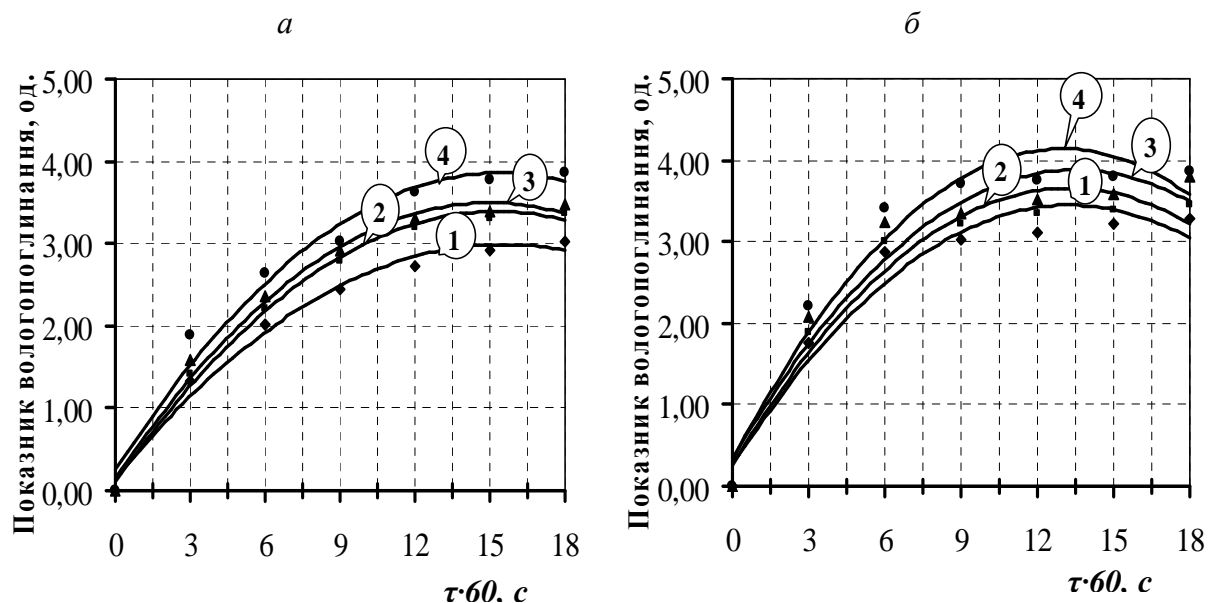


Рис. 1. Кінетика гідратації сухих РРН у воді при температурах: а – 20 °С, б – 60 °С
1 – БП; 2 – БГП; 3 – ЗПЛ; 4 – ЗГПЛ

Провідну роль у процесі гідратації відіграють полісахариди клітковини висівок та насіння льону, а також білок як основні складові РРН. Підвищення температури до 60 °С призводить до прискорення процесу набрякання всіх досліджуваних зразків РРН. Використання рослинної сировини підвищує гідрофільні властивості РРН.

За типом кінетичних кривих встановлено, що сушеним РРН властиве обмежене набрякання, яке закінчується поглинанням розчинника природними біополімерами. При цьому змінюється маса та об'єм продукту, а система набуває драгледоподібного стану. Характерною особливістю процесу є досягнення максимального значення показника вологопоглинання протягом певного проміжку часу, після чого значення цього показника стабілізується і не змінюється при подальшій взаємодії з розчинником.

Досліджували також масову частку води гідратованих РРН та їх вологоутримувальну, жирутримувальну та емульгувальну здатність при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 15·60 с (табл. 2).

Встановлено, що гідратовані РРН, виготовлені на основі фаршу з рибних голів, мають дещо вищу масову частку води (на 3,6...6,0 %), вищу вологоутримувальну (на 5,9...6,2 %) та жирутримувальну здатність (на 6,4...6,8 %) та емульгувальну здатність (на 6,1...6,5 %) порівняно з напівфабрикатами на основі цілого патраного *Gobiidae* (табл. 2). Відзначено також вплив клітковини насіння льону на функціонально-технологічні властивості гідратованих РРН. Так, гідратовані РРН, виготовлені з використанням клітковини льону, мають вищу масову частку води (на 6,4...8,8 %), вищу вологоутримувальну (на 4,4...7,0 %), жирутримувальну (на 9,9...10,3 %) та емульгувальну здатність (на 14,6...15,2 %) порівняно з напівфабрикатами без клітковини льону (табл. 2).

Таблиця 2

Функціонально-технологічні показники гідратованих рибо-рослинних напівфабрикатів, ($\bar{X} \pm m$), ($T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$)

| Найменування показника | Значення (характеристика) показника | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | БП | БГП | ЗПЛ | ЗГПЛ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Масова частка води, % | $66,1 \pm 2,1$ | $68,5 \pm 2,9$ | $70,3 \pm 2,2$ | $74,5 \pm 2,3$ |
| Вологоутримувальна здатність, % | $55,1 \pm 1,1$ | $58,5 \pm 2,6$ | $59,0 \pm 2,2$ | $62,5 \pm 2,4$ |

Закінчення табл. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|------------|--|------------|
| Вологоутримувальна здатність ¹ , % | 51,4 ± 1,8 | 58,6 ± 1,7 | 58,7 ± 1,5 | 61,2 ± 1,3 |
| Жирутримувальна здатність, % | 45,5 ± 1,3 | 48,6 ± 1,5 | 50,2 ± 1,1 | 53,4 ± 1,4 |
| Емульгувальна здатність, % | 37,8 ± 1,5 | 40,1 ± 1,2 | 43,3 ± 1,1 | 46,2 ± 1,3 |
| Перспективні напрями використання | Рибні січені вироби, борошняні кулінарні вироби, снеки, харчові концентрати | | Соуси та пасти емульсійного типу, суфле, формовані кулінарні вироби, борошняні кондитерські вироби | |

¹ При температурі гідратованих РРН 60° С.

Зауважено, що при підвищенні температури води до 60 °С вологоутримувальна здатність гідратованих РРН знижується – від 2,1 до 6,7 %. Це надає підстави рекомендувати здійснювати гідратацію сухих РРН перед використанням у виробництві кулінарної продукції, борошняних та борошняних кондитерських виробів при температурі води 20 ± 2 °С.

Також досліджували кінетику процесу гідратації РРН у молочній сироватці та кефірі, які є поширеними рідкими компонентами борошняних виробів (рис. 2).

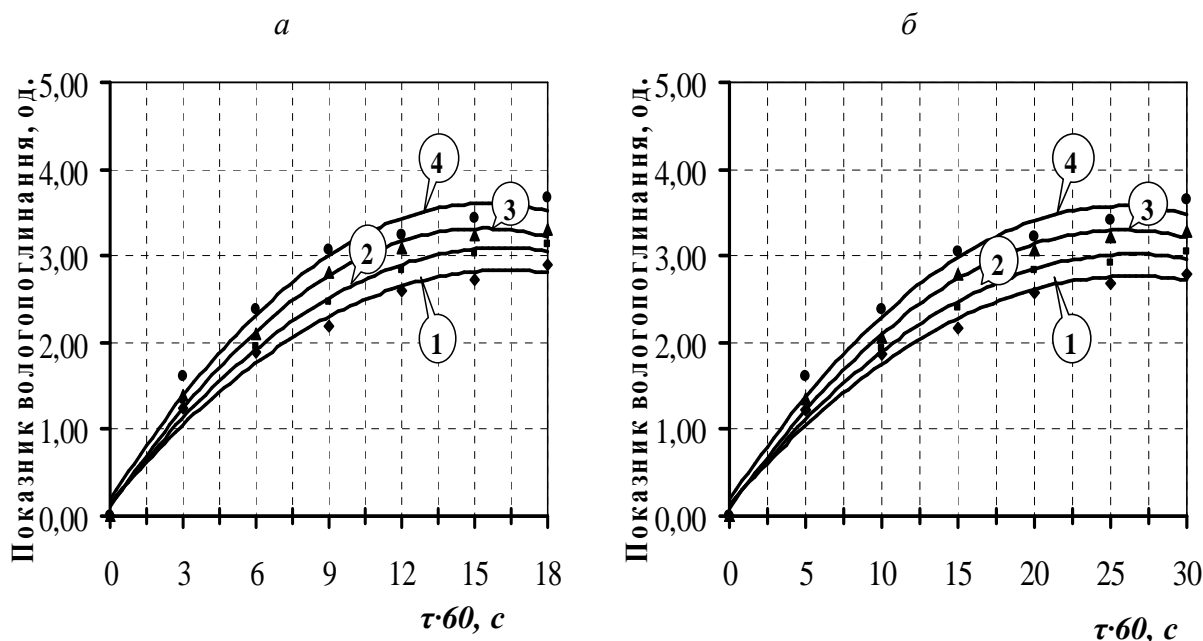


Рис. 2. Кінетика гідратації сухих РРН при температурі 20 °С:
 а – у молочній сироватці (рН 4,69), б – у кефірі (рН 4,85).
 1 – БП; 2 – БГП; 3 – ЗПЛ; 4 – ЗГПЛ

Крім того, переваги використання молочної сироватки або кефіру для гідратації РРН обумовлені їх позитивним дезодоруючим впливом на органолептичні характеристики продуктів, що пов'язані з нейтралізацією характерного рибного запаху [10; 11]. Кінетику процесу гідратації РРН у воді також досліджували при температурі 20 °С.

Сухі РРН набувають у кефірі повільніше, ніж у інших досліджених розчинниках. Показники вологопоглинання РРН у кефірі досягають максимального значення (2,8...3,65 од.) за 25...30·60 с, тоді як у сироватці молочній – за 15...18·60 с.

Максимальний показник вологопоглинання РРН у кефірі залежно від виду РРН становить 2,8...3,65, у сироватці – 2,9...3,68. Причиною такої різниці в перебігу процесу набухання є природа розчинника та його в'язкісні характеристики. Підвищені в'язкісні характеристики кефіру уповільнюють процес гідратації РРН через уповільнення проникнення розчинника всередину продукту.

Обґрунтовано перспективні напрями використання розроблених РРН у виробництві кулінарної продукції, борошняних кондитерських виробів та харчових концентратів (рис. 3).



Рис. 3. Напрями використання сухих рибо-рослинних напівфабрикатів

Висновки. Встановлено, що процес набрякання сухих РРН відбувається у два етапи: проникнення розчинника всередину продукту та безпосереднє набрякання полімерів. За типом кінетичних кривих відзначено, що сухим РРН властиве обмежене набрякання, яке закінчується поглинанням розчинника природними біополімерами. Провідну роль у процесі гідратації відіграють полісахариди клітковини висівок та насіння льону, а також білок як основні складові РРН. Підвищення температури до 60 °С призводить до прискорення процесу набрякання всіх досліджуваних зразків РРН. Використання рослинної сировини підвищує гідрофільні властивості РРН.

Підтверджено, що види рибної сировини у складі РРН також мають вплив на їх гідратаційні властивості, але провідну роль у процесі гідратації РРН відіграють полісахариди клітковини висівок та насіння льону, які впливають на вологопоглинальну здатність за рахунок зміцнення зв'язку харчових волокон із сорбційною вологою у гетерогенній системі, причому цей вплив перевищує вплив білкових гідроколоїдів РРН. З'ясовано, що РРН, виготовлені на основі фаршів з гідролізованих голів *Gobiidae*, мають вищу гідратаційну здатність та характеризуються більш високими функціонально-технологічними властивостями щодо волого-, жирутримання та емульгування порівняно із РРН, виготовлених з фаршів з м'язово-скелетних тканин *Gobiidae*, що є наслідком більшого вмісту в них глютинізованого колагену. Підвищення температури до 60 °С призводить до прискорення процесу набрякання всіх досліджуваних зразків, проте вологоутримувальна здатність гідратованих РРН знижується – від 2,1 до 6,7 %. Це дає підстави рекомендувати здійснювати їх гідратацію при температурі води 20 ± 2 °С. Отримані результати досліджень можуть бути використані при розробленні технологій харчової продукції з використанням сухих РРН та надають можливість розробити оптимальні параметри технологічного процесу виготовлення кулінарної, кондитерської продукції та харчових концентратів з використанням сухих РРН.

Список використаних джерел

1. Федорова Д. Біологічна цінність рибо-рослинних напівфабрикатів на основі комплексного перероблення бичка азовського / Д. Федорова, Ю. Кузьменко // Товари і ринки. – 2015. – № 2. – С. 85–97.
2. Добування водних біоресурсів за 2016 рік : статистичний бюлетень [Електронний ресурс]. – К., 2017. – Режим доступу : http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm.
3. *Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review* [Electronic resource] / M. Elleuch, D. Bedigian, O. Roiseux, S. Besbes, C. Blecker, H. Attia // *Food Chemistry*. – 2011. – Vol. 124 (2). – Pp. 411–421. – Access mode : <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>.
4. Borderías A. J. Fibre-enriched seafood / A. J. Borderías, M. Pérez-Mateos, I. Sánchez-Alonso // *Fibre-Rich and Wholegrain Foods. Food Science, Technology and Nutrition*. – 2013. – Pp. 348–368.
5. *Testing caffeic acid as a natural antioxidant in functional fish-fibre restructured products* / I. Sánchez-Alonso, M. Carechea, P. Morena, M.–J. González, I. Medina // *Food Science and Technology*. – 2011. – Vol. 44 (4). – Pp. 1149–1155.
6. *Інновації в харчових технологіях : монографія* / В. А. Піддубний, А. А. Мазаракі, Н. В. При-тульська та ін. ; за ред. д.т.н., проф. Піддубного В. А. – К. : Кондор-Видавництво, 2015. – 568 с.
7. *Притульська Н. В.* Ресурсозберігаюча технологія сухих рибо-рослинних напівфабрикатів / Н. В. Притульська, Д. В. Федорова // *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. – 2017. – Вип. 18. – С. 65–71.
8. Федорова Д. В. Дослідження жирнокислотного складу сухих рибо-рослинних напівфабрикатів / Д. В. Федорова, П. О. Карпенко, О. О. Васильєва // *Наук. праці Одес. нац. акад. харчових технологій. Технічні науки*. – 2017. – Т. 11, вип. 3. – С. 61–70.
9. *Методы определения набухания и влагоудерживающей способности сухих рыбных концентратов* / Т. В. Беседина, Е. Н. Харенко, Н. Н. Зумов // *Исследования по технологии рыбных продуктов : сб. науч. тр.*, М. : ВНИРО, 1996. – С. 150–154.
10. *Васюкова А. Т.* Разработка и исследование технологий комбинированных мясорыбных кулинарных изделий : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Васюкова Анна Тимофеевна ; Харьковская гос. академия технологии и организации питания. – Х., 1996. – 50 с.
11. *Бойцова Т. М.* Использование молочной сыворотки при ферментации рыбных продуктов / Т. М. Бойцова, С. В. Журавлева, Ж. Г. Прокопец // *Материалы II Междунар. конф. «Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности» : в 2 ч.* – Воронеж : Изд-во Воронежской гос. технологич. академии, 2004. – Ч. 1. – С. 58–60.

References

1. Fedorova, D., Kuzmenko, Yu. (2015). *Biologichnatsinnistrybo-roslynnykh napivfabrykativ naosnovi-kompleksnopereroblenniabychkaazovskoho* [Biological value of fish & plant semifinished products based on Azov goby]. *Tovary i rynky – Commodities and Markets*, no. 2, pp. 85–97 (in Ukrainian).
2. *Dobuvannia vodnykh bioresursiv za 2016 rik: statystychnyi biuleten* [Getting water bioresources for 2015: Statistical Bulletin]. Retrieved from http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm.
3. Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H. (2010). *Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: a review*. *Food Chemistry*, vol. 124, issue 2, pp. 411–421. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>.
4. Borderías, A.J., Pérez-Mateos, M., Sánchez-Alonso, I. (2013). *Fibre-enriched seafood. Fibre-Rich and Whole grain Foods: improving Quality*. *Food Science, Technology and Nutrition*, pp. 348–368. Retrieved from <https://doi.org/10.1533/9780857095787.4.348>.
5. Sánchez-Alonso, I., Carechea, M., Morena, P., González, M.–J., Medina, I. *Testing caffeic acid as a natural antioxidant in functional fish-fibre restructured products* (2011). *Food Science and Technology*, vol. 44, issue 4, pp. 1149–1155. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.018>.
6. Piddubnyi, V.A., Mazaraki, A.A., Prytul'ska, N.V., Kravchenko, M.F., Fedorova, D.V. (2015). *Innovatsii v kharchovykh tekhnolohiiakh* [Innovation in the food technologies]. Kyiv: Kondor-Vydavnytstvo (in Ukrainian).

7. Prytulska, N.V., Fedorova, D.V. (2017). Resursozberihaiucha tekhnolohiia sukhykh rybo-roslynnykh napivfabrykativ [Resource saving technology of dry fish and plant semiproducs]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu: tekhnichni nauky – Herald of Lviv University of Trade and Economics: Technical Sciences*, no. 18, pp. 65–71 (in Ukrainian).

8. Fedorova, D.V., Karpenko, P.O., Vasylieva, O.O. (2017). Doslidzhennia zhyrnokyslotnoho skladu sukhykh rybo-roslynnykh napivfabrykativ [Research of fatty acid composition of lipids of dry fish and plant semi-finished food products]. *Kharchovanauka i tekhnolohiia – Food Science and Technology*, vol. 11 (3), pp. 61–70. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v11i3.608>.

9. Besedina, T.V., Kharenko, E.N., Zumov, N.N., Popova, L.V., Tashkova, G.N. (1986). Metody opredeleniia nabukhannia i vlagouderzhivaiushchei sposobnosti sukhikh rybnykh koncentratov [Methods for determining swelling and moisture retention capacity of dry fish concentrates] *Issledovaniia po tekhnologii rybnykh produktov: sbornik nauchnykh trudov – Studies on the technology of fish products: collection of scientific papers*. Moscow: VNIRO, pp. 150–154.

10. Vasiukova, A.T. (1996). Razrabotka i issledovanie tekhnologii kombinirovannykh miasorybnykh kulinarykh izdelii [Development and research of technologies of combined meats and fish culinary products]. *Extend edabstract of Doctor's thesis*. Kharkov (in Russian).

11. Boitcova, T.M., Zhuravleva, S.V., Prokopetc, Zh.G. (2004). Ispolzovanie molochnoi syvorotki pri fermentirovanii rybnykh produktov [The use of whey in the fermentation of fish products]. Proceedings from *II Mezhdunar. konf. «Progressivnye tekhnologii i oborudovanie dlia pishchevoi promyshlennosti» – The Second International Scientific and Practical Conference [Progressive technologies and equipment for the food industry]*, part 1, pp. 109–111, Voronezh: Izd-vo Voronezhskoi gos. tekhnologich. Akademii (in Russian).

UDC 664.641:975.8

Dina Fedorova

THE RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF DRY FISH&PLANT SEMI-PRODUCTS AND THEIR USING IN FOOD TECHNOLOGIES

Urgency of the research. *The development of resource-saving technologies is an important aspect of the efficiency of the enterprises of the food processing industry and restaurants. Important for the country's food security are the technologies of low-waste processing of small-scale fish stocks available to the general population, first of all, the Gobiidae fish, which today is one of the most numerous domestic sea fish.*

Target setting. *The task of rational use of domestic raw small fish is the development of technologies their complex processing on food products such as dry fish and plant semi-products that can be used in culinary products, bakery products, snack products, concentrates, dried molded products for special purposes. Because of multifaceted researches, the authors developed a technology of dry fish and plant semi-finished products based on the complex processing of low-fat, small fish stocks of Gobiidae in a complex with plant fiber. Research of functional and technological properties of dry fish and plant semi-finished products and substantiation of directions of their use in food technologies is an actual task.*

Actual scientific researches and issues analysis. *A significant contribution to solving the fundamental issues of the creation of technologies for the dry products based on fish raw materials was provided by researchers such as Abramova L. S., Antipova L. V., Kasyanov G. I., Safronova T. M., Fatikhov Yu. A., Bonazzi C., Haashi H. et al. Many of them continue to deal with this problem, because it has not lost its relevance today. In recent years, there has been an increase in the interest of scientists in the development of new technologies of food products from fish, enriched with food fibres.*

Uninvestigated parts of general matters defining. *The study of functional and technological characteristics of plant fibre for the purpose of regulating the structural and mechanical properties of food systems and their content are devoted to the work of many domestic and foreign scientists, however, systematic studies on the study of functional and technological properties of a complex of fish raw materials and plant fibre in the composition of dry fish and plant semi-products in literature is not given.*

The research objective is to investigate the functional and technological properties of dry fish and plant semi-finished products and substantiation of directions of their use in food technologies.

The statement of basic materials. *It has been established that the process of soaking of dry RRN occurs in two stages: penetration of the solvent into the product and direct soaking of the polymers. By type of kinetic curves of hydration it is established that dry fish and plant semi-finished products have a limited soaking, which ends with the absorption of the solvent by natural biopolymers. According to the results of the research on the functional and technological properties of dry and hydrated RRN, it was established that the basic RRN are less hydrophilic than enriched RRN using fiber of flaxseed. It is confirmed that the types of used fish raw materials in the composition of RRN also have an influence on their hydration properties. Thus, the use of flaxseed fiber contributes to an increase in the hydrophilic properties of RRN by an average of 5-11 %, and the use of minced meat from hydrolyzed fish heads - by 2-5 %, respectively. Consequently, the leading role in the process of hydration of RRN is played by polysaccharide of cellulose of bran and flaxseed seeds, which influence the mois-*

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

ture absorption capacity by strengthening the connection of food fibers with sorption moisture in a heterogeneous system, and this effect exceeds the effect of protein hydrocolloids of RRN. The maximum synergistic effect on increasing the moisture absorption, moisture retention, fat-holding and emulsifying properties was observed in a sample of RRN made from hydrolyzed Gobiidae heads using fiber from flaxseed. It has been determined that RRN made on the basis of minced meat from hydrolyzed Gobiidae heads have higher hydration ability and are characterized by higher functional and technological properties related to moisture, fat content and emulsification in comparison with RRN made from minced meat from Globidae muscle and skeletal tissues, which is a consequence of the greater content of luteinized collagen in them.

Conclusions. An increase in temperature to 60 °C leads to an acceleration of the soaking process of all the samples under study RRN. The leading role in the process of hydration is played by polysaccharides of cellulose of bran and flaxseed, and protein as the main components of RRN. The maximum moisture absorption rate of RRN (3.87 units) is observed when cooled with water at a temperature of 60 °C for 15-60 seconds. However, with an increase in water temperature to 60 °C, the moisture holding capacity of hydrated RRN decreases - from 2.1 to 6.7%. This provides grounds for recommending the hydration of dry RRN before using in the manufacture of food products at a temperature of water of 20 ± 2 °C. The obtained research results can be used in the development of food products using dry fish-plant semi-finished products and provide the opportunity to develop optimal parameters of the technological process of making culinary, confectionery and food concentrates using dry RRN.

Key words: fish and plant semi-finished products; moisture absorption index; hydration ability; fat holding capacity; emulsification.

Tabl.: 2. Fig.: 3. Bibl.: 11.

УДК 664.641:975.8

Дина Федорова

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУХИХ РЫБО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В статье исследованы функционально-технологические свойства сухих рыбо-растительных полуфабрикатов для пищевых продуктов на основе отечественного рыбного сырья Gobiidae и смеси растительных ингредиентов (клетчатка отрубей пшеничных, семена льна). Результаты исследований функционально-технологических свойств сухих полуфабрикатов свидетельствуют об их высокой технологической пригодности для использования в производстве мучных изделий, пищевых концентратов, которые подлежат восстановлению. По типу кинетических кри-вых гидратации установлено, что сухим рыбо-растительным полуфабрикатам свойственно ограниченное набухание, которое заканчивается поглощением растворителя природными биополимерами. Ведущую роль в процессе гидратации играют полисахариды клетчатки отрубей и семян льна, а также белок как основные составляющие полуфабрикатов. Научно обоснованы направления технологического применения разработанных полуфабрикатов в производстве широкого спектра пищевой продукции в сегменте массового и социального питания, улучшение обеспечения населения Украины рыбными продуктами.

Ключевые слова: рыбо-растительные полуфабрикаты; показатель влагопоглощения; гидратационная способность; жиросодержащая способность; эмульгирование.

Tabl.: 2. Рис.: 3. Bibl.: 11.

Федорова Діна Володимирівна – кандидат технічних наук, докторант, доцент кафедри технології та організації ресторанного господарства, Київський національний торговельно-економічний університет (вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна).

Федорова Дина Владимировна – кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры технологии и организации ресторанного хозяйства, Киевский национальный торгово-экономический университет (ул. Киото, 19, г. Киев, 02156, Украина).

Fedorova Dina – PhD in Technical Sciences, Doctoral, Associate Professor of Department of Technology and restaurant service, Kyiv National University of Trade and Economics (19 Kioto Str., 02156 Kyiv, Ukraine).

E-mail: dina_fedorova@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9443-2941>

УДК 664.64.016.8

DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-228-234

Інна Данилюк

ТЕХНОЛОГІЯ ПРІСНОГО ТІСТА ІЗ ПОРОШКОМ *ATHERINA PONTICA* ТА БОРОШНОМ ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Актуальність теми дослідження. Використання композитних сумішей із традиційних та нетрадиційних добавок замість традиційного борошна у технологіях прісного тіста впливають на структурно-механічні властивості тіста, концентрація яких визначає кількість сирові та сухої клейковини, пружність та розтяжність.

Постановка проблеми. Покращити харчову та біологічну цінність борошняних кулінарних виробів з прісного тіста можливо шляхом моделювання багатокомпонентного складу композитних сумішей для його виробництва. Розробка технологій борошняних кулінарних виробів із прісного тіста на основі композитних сумішей із порошком *A. pontica* та борошном пророщеного зерна пшениці замість традиційного борошна дозволить підвищити харчову та біологічну цінність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато наукових праць зосереджено на проблематиці збагачення борошняних виробів із прісного тіста за рахунок багатокомпонентного складу сировини та рекомендаціям щодо їх концентрацій у технологіях.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Більшість досліджень спрямовані на використання нетрадиційної сировини у борошняних кулінарних виробках, проте відсутня інформація відносно використання продуктів переробки дрібних азово-чорноморської риби, а саме порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці у технологіях борошняних кулінарних виробів та визначення концентрацій добавок і їх впливу на якість прісного тіста та виробів з нього.

Метою роботи є визначення раціональних концентрацій порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці у технологіях прісного тіста та їх вплив на якість клейковини прісного тіста та сенсорні показники.

Викладення основного матеріалу. Досліджено вплив концентрацій порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці на показники якості клейковини прісного тіста, зокрема кількості сирові та сухої клейковини, пружності та розтяжності, а також проведена сенсорна оцінка композитних сумішей за кольором, запахом. Встановлено раціональне співвідношення борошна вищого сорту, порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці у співвідношенні 6 : 1 : 3. Досліджено хімічний склад розробленої композитної суміші для прісного тіста.

Висновки відповідно до статті. Проведені дослідження дозволили встановити, що від вмісту концентрацій порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці значною мірою залежить якість прісного тіста, зокрема їх вплив на кількість сирові та сухої клейковини, пружність і розтяжність. Дослідження дозволили встановити раціональну концентрацію добавок у композитній суміші для прісного тіста 6:1:3. Розроблена композитна суміші за хімічним складом характеризується покращеним вмістом нутрієнтів.

Ключові слова: порошок *A. pontica*; борошно пророщеного зерна пшениці; композитна борошняна суміш; якість клейковини; прісне тісто.

Табл.: 3. Бібл.: 11.

Постановка проблеми. Завданням сучасної харчової технології є виробництво високоякісних продуктів із заздалегідь визначеними хімічним складом, харчовою цінністю та функціональними властивостями. У харчуванні людини значне місце посідають борошняні кулінарні вироби із прісного тіста (пельмені, вареники, локшина та ін.), які користуються попитом у населення завдяки приємному зовнішньому вигляду та гарним смаковим якостям. За рахунок застосування різних фаршів асортимент страв із прісного тіста досить різноманітний.

Основним недоліком борошняних кулінарних виробів з прісного тіста, вироблених за традиційними рецептурами, є їх низька харчова цінність, обумовлена високим вмістом крохмалю, низьким вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних нутрієнтів [1].

Основним компонентом рецептури борошняних кулінарних виробів із прісного тіста є борошно вищого гатунку, воно має низьку біологічну цінність, відповідно вироби, виготовлені на його основі, характеризуються недостатнім вмістом мінеральних речовин та вітамінів [2].

Покращити харчову та біологічну цінність борошняних кулінарних виробів з прісного тіста можливо завдяки моделюванню багатокомпонентного складу композитних сумішей для його виробництва. Розробка таких композитних сумішей та їх використання в рецептурах замість традиційного борошна вищого гатунку дозволить створити вироби якісно нові за харчовою та біологічною цінністю.

Досягнути цього можливо, якщо використовувати в технологіях борошняних кулінарних виробів різні види традиційних та нетрадиційних добавок, які дозволять розширити асортимент борошняних кулінарних виробів з підвищеною харчовою цінністю за

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

рахунок збагачення їх незамінними біологічно активними речовинами, макро-, мікро-нутрієнтами та вітамінами.

Серед можливих шляхів вирішення цієї проблеми є використання натуральних харчових продуктів, що містять значну кількість функціональних інгредієнтів рослинного та тваринного походження.

Проведений аналіз складу борошняних кулінарних виробів із прісного тіста показав, що всі вони характеризуються великою кількістю вуглеводів та недостатню кількість білків та мінеральних речовин. Тому перспективним вбачається розробка композитної суміші для їх виробництва із використанням порошку *A. pontica* [3] та борошна пророщеного зерна пшениці, отриманого із цільнозмеленого зерна пшениці попередньо пророщеного у розчині морської харчової солі (борошно «Здоров'я») [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Статистичні дані за останні роки свідчать про значне зниження в Україні споживання біологічно цінних продуктів (м'ясопродукти на 37 %, молокопродукти – 38,8 %, риба і продукти її переробки – 81 %, яйця – 37,5 %, фрукти та овочі – 49 %), які є джерелом білка, незамінних амінокислот, вітамінів, мікро- та макроелементів. Проте спостерігається стабільно високий рівень споживання хлібобулочних, борошняних кулінарних виробів, тваринних жирів, зернобобових, картоплі [5].

Проблемі виготовлення борошняних кулінарних виробів підвищеної харчової цінності присвячено роботи відомих учених: Л. І. Пучкової, Р. Д. Поландової, В. І. Дробот, А. М. Дорохович, Л. Ю. Арсенєвої, В. Ф. Доценка, В. О. Моргун, Т. Б. Циганової, Г. М. Лисюк та багатьох інших. Борошняні вироби та страви з них є зручним об'єктом для збагачення їх різним вмістом біологічно активних і поживних речовин, що дозволяє отримати вироби підвищеної харчової та біологічної цінності з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості [6; 7; 8].

Останнім часом у харчовій промисловості знаходять широке застосування харчові добавки різного принципу дії, необхідність застосування яких обумовлена нестабільною якістю борошна, різноманітністю функціональних властивостей сировини, розширенням асортименту продукції і поліпшенням хімічного складу. Поліпшення хімічного складу виробів з метою підвищення їх харчової цінності є одним із шляхів створення виробів нового покоління. Досягається це завдяки виробництву композитних борошняних сумішей з різних зернових культур та використанням традиційних та нетрадиційних добавок [9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз публікацій показав, що дослідженню питання використання нетрадиційної сировини у борошняних кулінарних виробках присвячено багато праць вітчизняних та закордонних науковців. У результаті проведеного аналізу також виявлено, що відсутня інформація відносно використання продуктів переробки дрібної азово-чорноморської риби, як нетрадиційної сировини, а саме порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці у технологіях борошняних кулінарних виробів та визначення концентрацій добавок і їх впливу на якість прісного тіста.

Мета статті. Головною метою цієї статті є визначення раціональних концентрацій порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці у технологіях прісного тіста та їх вплив на якість клейковини прісного тіста та сенсорні показники.

Виклад основного матеріалу. Попередньо проведені дослідження порошку *A. pontica* дозволили визначити його харчову цінність та функціонально-технологічні властивості, що визначили його перспективність використання у технології прісного тіста, яке є основою для приготування борошняних кулінарних виробів.

Перспективним є розробка композитної суміші із порошком *A. pontica* та борошном пророщеного зерна пшениці для борошняних кулінарних виробів із прісного тіста, яка дозволить підвищити харчову і біологічну цінність борошняних кулінарних виробів на

його основі та дозволить отримати продукти, збагачені фізіологічно важливими для організму людини речовинами.

Особливістю порошку *A. pontica* є високий вміст повноцінних білків із збалансованим амінокислотним складом, мінеральних речовин, зокрема кальцію ($2745 \pm 8,4$ мг/100 г), магнію ($124,6 \pm 9,1$ мг/100 г), фосфору ($192,5 \pm 7,3$ мг/100 г) та високий ступінь подрібнення (розмір часточок основної фракції становить до 150 мкм). Борошно пророщеного зерна пшениці визначається високим вмістом клітковини (8,7 г/100 г), вітамінів, зокрема B_1 (0,76 мг), B_2 (0,39 мг), B_3 (7,02 мг), B_6 (0,88 мг), B_9 (0,08 мг), мікро- та мікроелементів: залізо – 5,31 мг, цинк – 2,67 мг, купрум – 32,00 мг, йод – 491,00 мг, кальцій – 82,00 мг, фосфор – 110,00 мг, магній – 160,00 мг, калій – 348,00 мг [10].

Безсумнівною перевагою порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці є їх висока харчова цінність, обумовлена порівняно високим вмістом білків, збалансованого амінокислотного складу, мікро- та макроелементів, вітамінів групи В, харчових волокон. Тому для підвищення біологічної та харчової цінності планується розробити композитну суміш, яка в подальшому використовуватиметься в рецептурі борошняних кулінарних виробів із прісного тіста замість пшеничного борошна вищого гатунку.

Відомо, що білки, крохмаль, клітковина та інші складові нетрадиційної сировини суттєво впливають на якість клейковини прісного тіста, міра такого впливу визначається кількістю внесеної сировини. Проведення реологічних досліджень викликані необхідністю вивчення впливу добавок на якість прісного тіста, оскільки від рецептурного співвідношення складу суміші та хімічного складу рецептурної сировини, яка входить до її складу, залежатиме ефективність технологічного процесу приготування борошняних кулінарних виробів із прісного тіста.

Раціональну концентрацію порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці визначали з урахуванням зміни якості клейковини, а саме кількості сухої та сирі клейковини, пружності та розтяжності і сенсорної оцінки: колір, запах, консистенція.

Враховуючи проведені лабораторні дослідження приготування виробів з модельних тістових композицій, порошок *A. pontica* використовували в концентрації 5...20 %, борошно пророщеного зерна пшениці – 10...50 % від маси пшеничного борошна вищого гатунку. Тому що внесення добавок менше 5 та 10 % відповідно є недоцільним з огляду на підвищення харчової та біологічної цінності, а більше 20 та 50 % – призводить до суттєвого погіршення органолептичних показників якості готових виробів з композитної суміші.

Вплив концентрацій порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці на властивості клейковини прісного тіста наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1

Вплив порошку *A. pontica* на властивості клейковини прісного тіста

| Показник якості клейковини | Значення показника в зразках | | | | |
|--|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Контроль | Дослід 1 | Дослід 2 | Дослід 3 | Дослід 4 |
| Кількість сирі клейковини, % | $28,3 \pm 1,2$ | $27,6 \pm 1,1$ | $27,0 \pm 1,2$ | $26,2 \pm 1,2$ | $25,4 \pm 1,1$ |
| Кількість сухої клейковини, % | $9,9 \pm 0,3$ | $9,8 \pm 0,2$ | $9,6 \pm 0,1$ | $9,4 \pm 0,1$ | $9,2 \pm 0,1$ |
| Пружність на приладі ІДК, од. приладу | 80 ± 4 | 76 ± 3 | $72,2 \pm 2$ | 66 ± 2 | 61 ± 1 |
| Розтяжність, см | $15,0 \pm 0,6$ | $14,5 \pm 0,6$ | $14,0 \pm 0,4$ | $13,0 \pm 0,4$ | $12,0 \pm 0,4$ |

Примітка: Контроль – прісне тісто виготовлене за традиційною технологією
 Дослід 1 – 5 % порошку *A. pontica* до маси борошна вищого сорту
 Дослід 2 – 10 % порошку *A. pontica* до маси борошна вищого сорту
 Дослід 3 – 15 % порошку *A. pontica* до маси борошна вищого сорту
 Дослід 4 – 20 % порошку *A. pontica* до маси борошна вищого сорту

Таблиця 2

*Вплив борошна пророщеного зерна пшениці на властивості
клейковини прісного тіста*

| Показник якості клейковини | Значення показника в зразках | | | | | |
|--|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Контроль | Дослід 5 | Дослід 6 | Дослід 7 | Дослід 8 | Дослід 9 |
| Кількість сирі клейковини, % | 28,3 ± 1,2 | 27,8 ± 1,1 | 27,3 ± 1,2 | 27,0 ± 1,2 | 26,6 ± 1,1 | 26,1 ± 1,2 |
| Кількість сухої клейковини, % | 9,9 ± 0,3 | 9,8 ± 0,2 | 9,7 ± 0,1 | 9,6 ± 0,1 | 9,3 ± 0,1 | 9,1 ± 0,1 |
| Пружність на прила- ді ІДК, од. приладу | 80 ± 4 | 78 ± 3 | 75 ± 2 | 72 ± 2 | 70 ± 1 | 66 ± 1 |
| Розтяжність, см | 15,0 ± 0,6 | 15,0 ± 0,6 | 14,5 ± 0,4 | 14,0 ± 0,4 | 13,0 ± 0,4 | 12,0 ± 0,3 |

Примітка: Контроль – прісне тісто виготовлене за традиційною технологією

Дослід 5 – 10 % борошна пророщеного зерна пшениці до маси борошна вищого сорту

Дослід 6 – 20 % борошна пророщеного зерна пшениці до маси борошна вищого сорту

Дослід 7 – 30 % борошна пророщеного зерна пшениці до маси борошна вищого сорту

Дослід 8 – 40 % борошна пророщеного зерна пшениці до маси борошна вищого сорту

Дослід 9 – 50 % борошна пророщеного зерна пшениці до маси борошна вищого сорту

З отриманих даних видно, що внесення порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці призводить до зниження кількості та якості сирі та сухої клейковини у порівнянні із контрольним зразком. Так, при внесенні порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна спостерігається зниження вмісту сухої клейковини на 2,3 і 8,8 % та 1,7 і 7,8 % відповідно, а сухої на 1,01 і 7,07 % та 1,01 і 8,08 % відповідно.

Внесення порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці надає значного зміцнювального ефекту клейковинним білкам пшеничного борошна, що свідчить про зменшення показника пружності клейковини в дослідних зразках № 1–4 на 5...23,7 %, № 5–9 на 2,5...17,5 %. Додавання 5...20 % порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці у концентрації 20...50 % сприяє зниженню розтяжності клейковини на 3,3...20 %.

Проведене сенсорне оцінювання композитних сумішей із борошном вищого сорту, порошком *A. pontica* та борошном пророщеного зерна пшениці дозволило встановити, що під час збільшення концентрації порошку *A. pontica* більше ніж 10 % спостерігалось зниження показників сенсорної оцінки модельних тістових композицій, а при концентрації борошна пророщеного зерна пшениці більше ніж 30 % дослідні зразки характеризувались нижчими показниками якості, а саме суттєвого погіршення кольору модельних тістових композицій та відчутного збільшення вираженості рибного запаху.

Отже, з результатів досліджень якості прісного тіста та сенсорного оцінювання можна зробити висновок, що під час створення композитної борошняної суміші, стосовно мінімальної зміни реологічних властивостей прісного тіста на основі композитної борошняної суміші та покращених органолептичних показників модельних тістових композицій встановлено раціональне співвідношення борошна вищого сорту, порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці у співвідношенні 6:1:3.

Досліджено хімічний склад розробленої композитної суміші та проведений порівняльний аналіз у порівнянні із традиційним борошном пшеничним вищого гатунку. Результати наведені в табл. 3.

Таблиця 3

*Хімічний склад композитної борошняної суміші із порошком *A. pontica*
та борошном пророщеного зерна пшениці (на 100 г), $p \leq 0,05$*

| Показники | Борошно пшеничне вищого сорту [11] | Композитна борошняна суміш |
|-----------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Вода, г | 14,50 ± 0,5 | 13,7 ± 0,6 |
| Білки, г | 10,30 ± 0,4 | 16,48 ± 0,7 |
| Ліпіди, г | 1,10 ± 0,05 | 1,47 ± 0,04 |

| 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------------|----------------|---------------|
| Вуглеводи, г, у т.ч.: | 69,00 ± 3,5 | 62,49 ± 3,25 |
| - крохмаль | 68,70 ± 2,1 | 59,34 ± 1,85 |
| - моно- і дисахариди | 0,20 ± 0,01 | 0,48 ± 0,04 |
| - клітковина | 0,10 ± 0,01 | 2,67 ± 0,3 |
| Зола, г | 0,50 ± 0,02 | 1,7 ± 0,03 |
| Мінеральні речовини: | | |
| Макроелементи, мг: | | |
| Кальцій | 18,00 ± 0,5 | 309,9 ± 5,6 |
| Фосфор | 86,00 ± 4,1 | 103,85 ± 6,8 |
| Магній | 16,00 ± 0,7 | 70,06 ± 10,3 |
| Калій | 122,00 ± 10,0 | 206,9 ± 11,7 |
| Мікроелементи, мкг: | | |
| Залізо | 1,20 ± 0,06 | 2,57 ± 0,43 |
| Цинк | 0,02 ± 0,003 | 0,86 ± 0,05 |
| Купрум | 0,10 ± 0,002 | 15,66 ± 0,6 |
| Йод | 0,015 ± 0,0004 | 147,31 ± 21,9 |
| Вітаміни, мг | | |
| В ₁ (тіамін) | 0,17 ± 0,02 | 0,33 ± 0,03 |
| В ₂ (рибофлавін) | 0,04 ± 0,002 | 0,16 ± 0,03 |
| В ₃ (нікотинова кислота) | 1,29 ± 0,04 | 0,91 ± 0,02 |
| В ₆ (піридоксин) | 0,16 ± 0,002 | 0,37 ± 0,02 |
| В ₉ (фолієва кислота) | 0,03 ± 0,003 | 0,04 ± 0,002 |
| В ₁₂ (ціанокобаламін) | – | 0,002 ± 0,001 |
| Енергетична цінність, ккал | 327,1 | 329,2 |

Як свідчать наведені в табл. 3 дані, розроблена композитна суміш із борошном вищого гатунку, порошком *A. pontica* та борошном пророщеного зерна пшениці в розчині морської солі характеризуються підвищеним вмістом поживних речовин, зокрема вміст білка на 60 % вищий, ніж у борошні вищого гатунку, вміст ліпідів збільшився на 34 %, вміст вуглеводів знизився на 9,5 %. Поліпшився вміст мінеральних речовин, зокрема кальцій у 17,6 разу, фосфор – 1,2 разу, магній – 4,4 разу, калій – 1,7 разу. Відзначається підвищений вміст вітамінів групи В.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити, що від вмісту концентрацій порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці значною мірою залежить якість прісного тіста. Проаналізовано вплив концентрацій порошку *A. pontica* та борошна пророщеного зерна пшениці на кількість сирової та сухої клейковини, пружність і розтяжність. Дослідження показників якості клейковин прісного тіста та його сенсорні показники дозволили встановити раціональну концентрацію добавок у композитній борошняній суміші для прісного тіста – 6:1:3. Розроблена композитна суміш характеризується покращеним вмістом нутрієнтів у порівнянні із борошном вищого гатунку.

Список використаних джерел

1. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навчальний посібник / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
2. Моргун В. А. Мучные композиционные смеси / В. А. Моргун, О. С. Волошенко // Хлібопродукти: Технологія та якість. – 2011. – № 3 (43). – С. 15–18.
3. Кравченко М. Ф. Кінетика процесу сушіння рибного концентрату із атерини чорноморської / М. Ф. Кравченко, С. Л. Шаповал, І. П. Данилюк // Товари і ринки. – 2017. – № 1. – С. 131–139.
4. Кравченко М. Ф. Якість борошна із зерна пшениці, пророщеного в розчині морської харчової солі / М. Ф. Кравченко, М. Ю. Криворучко, Т. М. Поп // Товари і ринки. – 2012. – № 2. – С. 106–111.
5. Сучасний стан питання якості та безпечності зерна та зернопродуктів в Україні / [Л. М. Хомічак, Г. Д. Гуменюк, Л. В. Баль-Прилипко, Ю. В. Слива] // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2010. – № 3. – С. 26–29.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

6. Дробот В. І. Харчові добавки та їх функціональна роль у технологічному процесі / В. І. Дробот // *Хранение и переработка зерна*. – 2003. – № 9. – С. 25–27.

7. *Технологія продуктів харчування функціонального призначення* / [М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова та ін.]. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. – 718 с.

8. Моргун В. А. Пищевая ценность композиционных смесей из муки различных зерновых культур / В. А. Моргун, Д. А. Жигунов, О. С. Крошко // *Хранение и переработка зерна*. – 2005. – № 11. – С. 20–21.

9. Крошко О. С. Розробка технології виробництва борошняних сумішей підвищеної харчової цінності : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.02 «Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів» / О. С. Крошко ; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2006. – 20 с.

10. Поп Т. М. Технологія пісочних кондитерських виробів з порошком листя волоського горіха : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / Т. М. Поп ; Київ. нац. торг.-екон. ун-т. – К., 2017. – 22 с.

11. Скурихин И. М. Химический состав российских пищевых продуктов / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

References

1. Syrokhman, I.V., Zavhorodnia, V.M. (2009). *Tovarovnavstvo kharchovykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia [Commodity science of food products of functional purpose]*. Kyiv: Centr uchbovoyi literatury (in Ukrainian).

2. Morgun, V. A., Voloshenko, O. S. (2011). Muchnye kompozitsionnye smesi [Flour composition mixtures]. *Khliboprodukty: Tekhnologiya ta yakist – Bread products: Technology and quality*, no. 3 (43), pp. 15–18 (in Russian).

3. Kravchenko, M.F., Shapoval, S.L., Danylyuk, I.P. (2017). Kinetyka protsesu sushinnia rybnoho konsentratu iz ateryny chornomorskoï [Kinetics of the process of drying fish concentrate from atherina pontica]. *Tovary i rynky – Goods and Markets*, no. 1 (43), pp. 131–139 (in Ukrainian).

4. Kravchenko, M.F., Kryvoruchko, M.Yu., Pop, T.M. (2012). Yakist boroshna iz zerna pshenytsi, proshchenoho v rozchyni morskoi kharchovoi soli [Quality of flour from wheat grains sprouted in a solution of marine food salt]. *Tovary i rynky – Goods and Markets*, no. 2 (33), pp. 106–111 (in Ukrainian).

5. Khomichak, L. M., Humenyuk, G. D., Bal-Prylypko, L. V., Slyva, Yu. V. (2010). Suchasnyi stan pytannia yakosti ta bezpechnosti zerna ta zernoproduktiv v Ukrayini [The current state of the issue of quality and safety of grain and grain products in Ukraine]. *Khlebopekarskoe i konditerskoe delo – Bakery and confectionery*. no. 3. pp. 26–29 (in Ukrainian).

6. Drobot, V.I. (2003). Kharchovi dobavky ta ikh funktsionalna rol u tekhnolohichnomu protsesi [Nutritional supplements and their functional role in the technological process]. *Khranenie i pererabotka zerna – Storage and processing of grain*, no. 9, pp. 25–27 (in Ukrainian).

7. Peresichnyi, M.I., Kravchenko, M.F., Fedorova, D.V. et al. (2008). *Tekhnolohiia produktiv kharchuvannia funktsionalnoho pryznachennia [The technology of the product of the harvested functional recognition]*. Kyiv : Kyiv. nats. torг.-ekon. un-t (in Ukrainian).

8. Morgun, V.A., Zhigunov, D.A., Kroshko, O.S. (2005). Pishchevaia tsennost kompozitsionnykh smesei iz muki razlichnykh zernovykh kultur [Nutritional Value of Composition Mixtures from Flour from Various Cereals]. *Khranenie i pererabotka zerna – Storage and processing of grain*, no. 11, pp. 20–21 (in Ukrainian).

9. Kroshko, O.S. (2006). Rozrobka tekhnolohii vyrobnytstva boroshnianykh sumishei pidvyshchenoi kharchovoi tsinnosti [Development of technology for the production of flour mixes of high nutritional value]. *Extended abstract of Candidates thesis*. Odessa (in Ukrainian).

10. Pop, T.M. (2017). Tekhnolohiia pisochnykh kondyterskykh vyrobiv z poroshkom lystia voloskoho horikha [Technology of sandy confectionery products with powder of leaves of walnut]. *Extended abstract of Candidates thesis*. Kyiv (in Ukrainian).

11. Skurikhin, I.M., Tutelian, V.A. (2002). *Khimicheskii sostav rossiskikh pishchevykh produktov [The chemical composition of Russian food products]*. Moscow: DeLi print (in Russian).

UDC 664.64.016.8

Inna Danylyuk

TECHNOLOGY OF UNLEAVENED DOUGH FROM *ATHERINA PONTICA* POWDER AND FLOUR FROM GERMINATED SEEDS OF WHEAT

Urgency of the research. The use of composite mixtures from traditional and non-traditional additives, instead of traditional flour in unleavened dough technologies, affects the structural and mechanical properties of dough, the concentration of which determines the amount of crude and dry gluten, elasticity and elongation.

Target setting. To improve the nutritional and biological value of floury culinary products from unleavened dough is possible by modeling the multicomponent composition of composite mixtures for its production. The development of technologies for flour products from unleavened dough based on composite mixtures with *A. pontica* powder and flour of wheat germ, instead of traditional flour, will increase the nutritional and biological value.

Actual scientific researches and issues analysis.

A lot of scientific works are focused on the problem of enrichment of flour products from unleavened dough due to multicomponent composition of raw materials and recommendations for concentrating in technologies.

Uninvestigated parts of general matters.

Most of the research is focused on the use of non-traditional raw materials in floury culinary products, but there is no information on the use of products processed by small Azov-Black Sea fish, namely *A. pontica* powder and wheat germ flour in flour culinary technology and the determination of additive concentrations and their effect on quality unleavened dough and products from it.

The research objective is to determine the rational concentrations of *A. pontica* powder and flour of wheat germ in unleavened dough technologies and their effect on the quality of gluten unleavened dough and sensory indices.

The statement of basic materials. The influence of the concentrations of *A. pontica* powder and wheat flour on the parameters of quality of gluten of fresh dough, in particular the amount of raw and dry gluten, elasticity and elongation, as well as the sensory evaluation of composite mixtures by color, odor, have been investigated. The rational ratio of high quality flour, *A. pontica* powder and wheat germ flour in the ratio of 6: 1: 3 was determined. The chemical composition of the developed composite mixture for unleavened dough was investigated.

Conclusions. The conducted studies allowed to determine that the quality of the unleavened dough depends on the concentration of *A. pontica* powder and sprouted wheat flour, in particular their influence on the amount of crude and dry gluten, the elasticity and elongation. The research allowed establishing a rational concentration of additives in the composite mixture for a unleavened dough of 6: 1: 3. The developed composite mixture according to the chemical composition is characterized by an improved nutrient content.

Key words: *A. pontica* powder; flour of wheat germ; composite flour mixture; quality of gluten; unleavened dough.

Tabl.: 3. Bibl.: 11.

УДК 664.64.016.8

Инна Данылюк

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕСНОГО ТЕСТА С ПОРОШКОМ *ATHERINA PONTICA* И МУКИ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Исследовано влияние порошка *A. pontica* и муки пророщенного зерна пшеницы на изменение качества клейковины пресного теста. Получены данные о влиянии концентраций добавок на реологические свойства и сенсорные показатели качества пресного теста. Определены рациональные концентрации порошка *A. pontica* и муки пророщенного зерна пшеницы в композитной мучной смеси для пресного теста. Исследован и проанализирован химический состав разработанной смеси.

Ключевые слова: порошок *A. pontica*; мука пророщенного зерна пшеницы; композитная мучная смесь; качество клейковины; пресное тесто.

Tabl.: 3. Bibl.: 11.

Данылюк Інна Петрівна – аспірант КНТЕУ, старший викладач кафедри технології і організації ресторанного господарства, Чернівецький торговельно-економічний інститут КНТЕУ (Центральна площа, 7, м. Чернівці, 58000, Україна).

Данылюк Инна Петровна – аспирант КНТЭУ, старший преподаватель кафедры технологии и организации ресторанного хозяйства, Черновицкий торгово-экономический институт КНТЭУ (Центральная площадь, 7, г. Черновцы, 58000, Украина).

Danylyuk Inna – Postgraduate student of KNTEU, Senior Lecturer of the Department of Technology and Organization of Restaurant Industry, Chernivtsi Trade and Economics Institute of KNTEU (7 Central Square, 58000 Chernivtsi, Ukraine).

E-mail: cherep_inna@ukr.net

Natalia Protsan, Sergiy Oliynichuk, Sergiy Verbytskyi

EFFECT OF ALKYLRESORCINOLS DERIVATIVES ON THE ACTIVITY OF ENZYME PREPARATIONS

Target setting. Rye is known to be a stubborn raw material for the industrial production of alcohol because of alkylresorcinols contained in grain of the said crop these effecting the enzymes of amylase complex in the negative way. Thus it is important to find and scientifically substantiate proper deactivating substances for batches preparation stabilizing enzyme activity without increase of normative consumption rates of enzyme preparations.

Actual scientific research and issues analysis. Outer cuticle shell of rye grain contains alkylresorcinols – compounds of resorcinol and alkyls of different chain length and odd number of carbon atoms. The presence of alkylresorcinols containing carbon atoms is characteristic for rye only. While grinding grain, the most part of alkylresorcinols remains in bran. When effected by high temperatures alkylresorcinols partly disintegrate, and in alcohol production alkylresorcinols retain their native form and effect the activity of enzyme preparations in negative way.

Defining of uninvestigated parts of general matter. Objects of research were: rye, fractions obtained while grinding; batches and wort made of rye mill under the conditions of low temperature digestion with the use of enzyme preparations of alpha- and glucoamylase action and auxiliary cytolytic enzyme preparations, mature mash. To fulfill the research, media were prepared of rye mill and water, rye bran was added as a source of alkylresorcinols; fermentative hydrolysis of starch was fulfilled with the use of «Novozymes» enzyme preparations.

The research objective. The aim of the research was to determine the effect of alkylresorcinols derivatives upon the saccharifying ability of wort and to choose substances to neutralize alkylresorcinols.

The statement of basic materials. The efficiency of catalytic activity of enzyme preparation during wort fermentation is effected by a number of factors, the index of saccharifying ability of wort being an index of activity of enzyme preparations. The research of deactivating alkylresorcinols derivatives with different substances was fulfilled to confirm or to reject the said assumption. For the research, food grade sodium bicarbonate, ammonia water and sodium hydroxide solution were used as deactivators.

Conclusions and proposals. The alkylresorcinols contained in rye effect enzyme preparations of alpha amylolytic action in the negative way. The neutralization of alkylresorcinol derivatives promotes retention of enzyme preparations activity along the entire fermentation period of the media. The use of ammonia water and lactic acid at the stage of batches preparation positively influences the fermentation activity of yeast owing to the media enrichment with a source of nitrogen and increases alcohol content in mature mash.

Key words: alcohol; alkylresorcinol derivatives; enzyme preparations; bran; fermentation; mash; rye; saccharifying ability; starch; wort.

Fig.: 1. Tabl.: 3. Bibl.: 8.

Target setting. Rye is known as stubborn raw material for the industrial production of alcohol because of alkylresorcinols contained in grain of the said crop these effecting the enzymes of amylase complex in the negative way. Thus it is important to find and scientifically substantiate proper deactivating substances for batches preparation stabilizing enzyme activity without increase of normative consumption rates of enzyme preparations

Actual scientific research and issues analysis. Outer cuticle shell of rye grain is known [1] to contain alkylresorcinols – compounds of resorcinol and alkyls of different chain length and odd number of carbon atoms ranging from 15 to 23. Their content in rye grains amounts as much as 40 % of cuticle volume. The presence of alkylresorcinols containing 15 carbon atoms is characteristic for rye only this being the principal negative factor effecting the enzymes of amylase complex [2].

The negative effect of rye grain under the conditions of uniform feeding of agricultural animals was recorded it is being connected with the presence of 5-alkylresorcinols in grain, these being known as toxic substances for live organisms [3, 4].

While grinding grain, the most part of alkylresorcinols remains in bran. When effected by temperatures higher than 100 °C alkylresorcinols partly disintegrate [5], and in alcohol production alkylresorcinols retain their native form and effect the activity of enzyme preparations in negative way.

Defining of uninvestigated parts of general matter. We considered it necessary to study such objects of research as: rye (containing 57.1 % of starch), fractions obtained while grinding (mill of the sizing corresponding to 95 % passage through the sieve of 1 mm mesh, bran); batches and wort made of rye mill under the conditions of low temperature digestion with the

use of enzyme preparations of alpha- and glucoamylase action and auxiliary cytolytic enzyme preparations, mature mash.

To fulfill the research, media were prepared of rye mill and water (hydromodule 1:3), rye bran was added as a source of alkylresorcinols; fermentative hydrolysis of starch was fulfilled with the use of «Novozymes» enzyme preparations: thinning enzyme preparation was added calculated as 1 unit of activity per 1 g of starch, saccharifying enzyme preparation calculated as 6 units of activity per 1 g of starch and enzyme preparation of cytolytic action calculated as 0,015 cm³ per 100 g of mill; batches were digested by the temperature of 65 °C for 2,5 h, the batches were saccharified by the temperature of 58 °C for 1 h. Alcohol fermentation was held by XII-T yeast race by the temperature of 30-32 °C for 72-80 h.

The analyses of mature mash and the fermentation process were fulfilled according to the methods typical for alcohol production [6,7].

The research objective. The aim of the research was to determine the effect of alkylresorcinols derivatives (ARD) upon the saccharifying ability of wort and to choose substances to neutralize alkylresorcinols.

The statement of basic materials. The digested batch (under optimal temperature conditions) for the period of 1 h can be saccharified for 70-75 % only that is why the additional saccharification is important to occur also during wort fermentation. The efficiency of catalytic activity of enzyme preparation during wort fermentation is effected by a number of factors, the index of saccharifying ability (SA) of wort being an index of activity of enzyme preparations.

The results of research aiming in determination of the effect of alkylresorcinols derivatives upon the activity of enzyme preparations by the parameters of SA are shown in table 1.

It can be seen from the data adduced in Table 1 that for the control, rye bran having been added to, the parameter of saccharifying ability was 1,2 units/100 cm³ of wort, this being 2,75 less than the value of saccharifying ability of control without any rye bran added.

After first 24 h of fermentation the parameter of saccharifying ability of wort could not be detected and one of the probable reasons for decrease in enzyme preparations activity is the presence of alkylresorcinols in rye bran, these acting as inhibitors of enzyme preparations activity.

Table 1

Parameters of saccharifying ability of wort

| Duration of fermentation | Parameters of saccharification ability, units/100 cm ³ of wort | |
|-----------------------------|---|--------------------------------------|
| | control (wheat starch) | experiment (wheat starch + rye bran) |
| Brot after saccharification | 3,3 | 1,2 |
| 24 h | 2,4 | none |
| 48 h | 1,3 | none |
| 72 h | 0,8 | none |

The research of deactivating alkylresorcinols derivatives with different substances was fulfilled to confirm or to reject the said assumption.

It should be mentioned that alkylresorcinols derivatives can be deactivated in the media their pH value ranging from 10 to 11 units [5].

For the research, food grade sodium bicarbonate (variant I), ammonia water (variant II) and sodium hydroxide solution (variant III) were used as deactivators, these having been added to rye batches before addition of enzyme preparations providing that pH values of batches are within the range from 10 to 11 units.

After holding for 25-30 min under such conditions to renew pH values of batches, these were acidulated with N-solution of lactic acid to the values to be in the range from 6,0 to 6,3 units. The batches obtained were digested, saccharified and used for fermentation. The results for the mature mashes obtained are given in Table 2.

Table 2

Parameters of mature mashes

| Parameter | Variants | | | |
|---|----------|------|------|---------|
| | I | II | III | Control |
| Alcohol content, vol. % | 6,8 | 7,4 | 7,0 | 7,25 |
| pH of medium, units | 4,5 | 4,55 | 4,6 | 4,4 |
| Acidity, grad | 0,56 | 0,54 | 0,4 | 0,6 |
| Carbohydrates not fermented, g/100cm ³ : | | | | |
| - total | 0,65 | 0,38 | 0,58 | 0,64 |
| - water soluble | 0,52 | 0,35 | 0,56 | 0,53 |
| - starch not dissolved | 0,12 | 0,03 | 0,11 | 0,1 |

The analysis of the results obtained makes it possible to conclude that the neutralization of ARD with ammonia water (variant II) allowed to get the most significant alcohol content amounting to 7,4 vol.%, this exceeding the control by 0,15 vol.%, while the content values of the water soluble carbohydrates not fermented and of starch not fermented were the lowest amounting to 0,38 % (by 40,6 % less) and 0,03 % (by 70 % less) correspondingly, when comparing to the values for the control variant. The amount of reducing substances can be assumed to increase due to fuller starch hydrolysis while using ammonia water at the stage of batch preparation, this resulting in higher alcohol content.

A peculiarity of the chemical composition of rye shall be mentioned, this including a significant amount of the polysaccharides non-starch and slime, these determining rye as raw material difficult for processing comparing to other crops. According to literature data [8], the increase in enzyme preparations consumption compared to normative consumption rates is allowed: up to 25 % for alpha-amylase and up to 15 % for glucoamylase.

One of the reasons to increase normative consumption rates of enzyme preparations is the negative effect of the alkylresorcinols derivatives on the activity of the sad preparations. For the reason the research of rye wort fermentation with preliminary neutralization of ARD was fulfilled. There were the following variants of wort preparation for the research: control – consumption rate of enzyme preparation – 1,15 units per 1 g of starch; variant I – consumption rate of enzyme preparation – 1 unit per 1 g of starch; variant II – consumption rate of enzyme preparation – 1 unit per 1 g of starch providing that ammonia water is used. The results obtained during the research are given in Table 3.

Table 3

Parameters of mature mashes providing that ARD are neutralized at the stage of batch preparation

| Parameter | Variants | | |
|---|----------|------|------|
| | Control | I | II |
| Alcohol content, vol. % | 7,25 | 7,0 | 7,4 |
| pH of medium, units | 4,3 | 4,1 | 4,5 |
| Acidity, grad. | 0,65 | 0,71 | 0,56 |
| Carbohydrates not fermented, g/100cm ³ : | | | |
| - total | 0,62 | 0,86 | 0,48 |
| - water soluble | 0,51 | 0,63 | 0,45 |
| - starch not dissolved | 0,1 | 0,21 | 0,03 |

According to the data of Table 3, during the use of enzyme preparation Termamyl SC DS in the amount of 1 unit per 1 g of starch almost twofold increase of undissolved starch content is recorded for the variant I comparing to the control. As for the variant II, preliminary use of ammonia water at the stage of batch preparation makes it possible to reduce the content of undissolved starch down to 0,03 % without increase in the consumption of thinning enzyme preparation Termamyl SC DS by 15 %. The maximal hydrolysis of starch and increase in the content of reducing sugars in digested and saccharified rye wort let increase the alcohol content in mature mash.

Thus comparing to the control with 7,25 vol.% alcohol content, the alcohol content of the variant I (without additional neutralization of ARD) increased by 3,5 vol.% to reach 7,0 vol.%, when for the variant II (with additional neutralization of ARD) alcohol content increased by 2 vol. % to reach 7,4 vol. %.

According to results of the research principal technological scheme of wort preparation for fermentation with the use of ammonia water aiming in ARD neutralization was developed (fig.1).

Conclusions and proposals. The alkylresorcinols contained in rye effect enzyme preparations of alpha-amyltic action in the negative way.

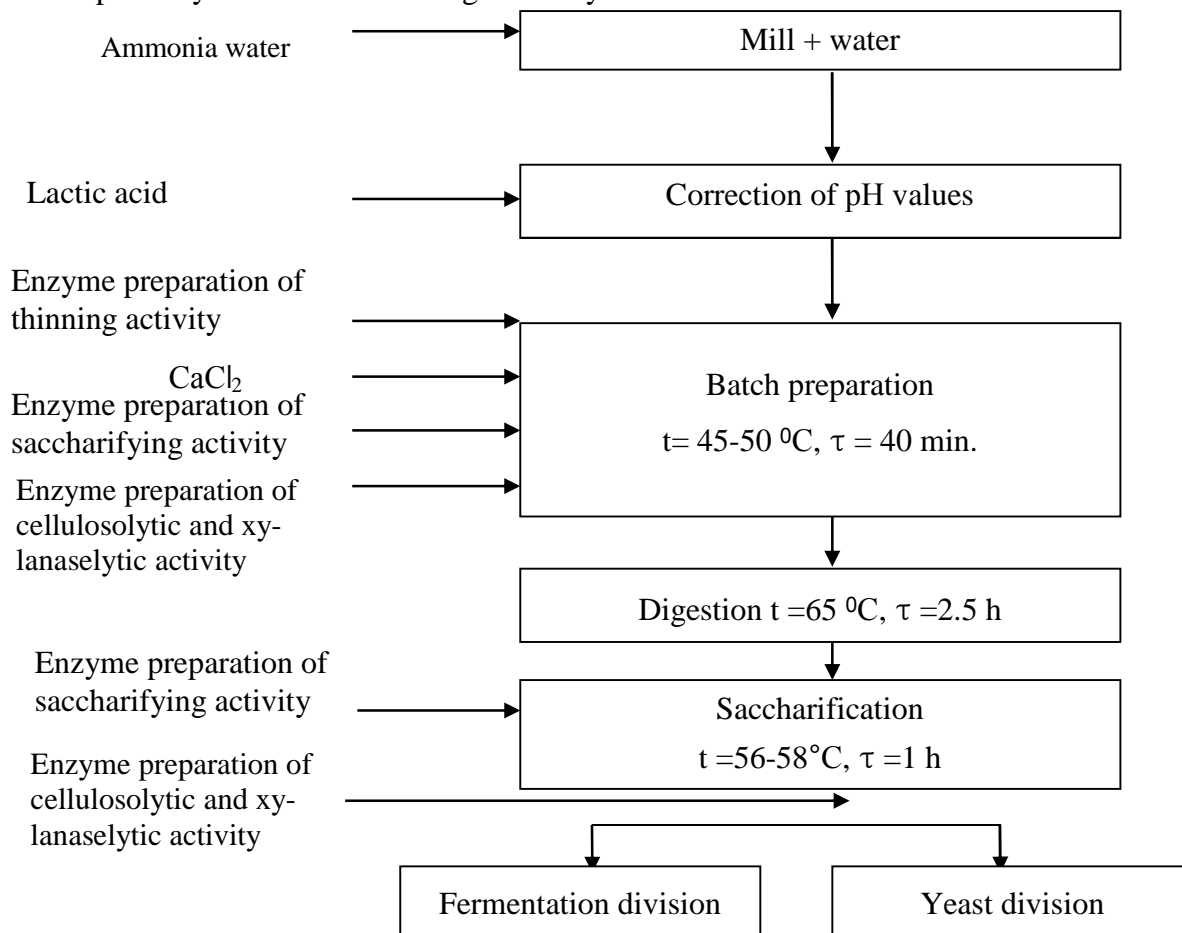


Fig. 1. Principal technological scheme of rye wort preparation for fermentation with the use of ammonia water

It is determined that the best deactivating substance for batches preparation is ammonia water, its use making stabilization of enzyme preparations activity possible during the preparation of enzyme preparations for fermentation without any simultaneous increase of normative consumption rates of enzyme preparations.

ADR neutralization promotes retention of enzyme preparations activity within the entire fermentation period of the media.

The use of ammonia water and lactic acid at the stage of batches preparation positively influences the fermentation activity of yeast owing to the media enrichment with a source of nitrogen and increases alcohol content in mature mash.

Список використаних джерел

1. Конарев В. Г. Образцы ржи с характеристикой содержания 5-алкил-резорцинолов в зерне / В. Г. Конарев. – Л. : ВИР, 1977. – Вып. 197. – С. 50.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

2. Блажний А. Фенольные соединения растительного происхождения / А. Блажний, Л. Шутый. – М. : Мир, 1977. – 239 с.
3. Сысуев В. А. Использование озимой ржи в кормлении животных / В. А. Сысуев, Л. И. Кедрова // Сельскохозяйственные вести. – 2006. – № 2. – С. 28.
4. Аллабердин И. Зерно озимой ржи в комбикормах для молодняка КРС / И. Аллабердин // Животноводство России. – 2006. – № 11. – С. 52–53.
5. Физер Л. Органическая химия / Л. Физер, М. Физер ; под. ред. Н. С. Вульфсона. – М. : Химия, 1970. – С. 278-319.
6. ГСТУ 46.045-2003. Галузевий стандарт України. «Зерно. Методи визначення умовної крохмалистості». – Вид. офіц. – К., 2004. – 20 с.
7. СОУ 15.9-37-242:2005 Стандарт МінАгрополітики України «Сировина крохмалевмісна зброджена для виробництва етилового спирту. Методи визначання об'ємної частки етилового спирту». – Вид. офіц. – К., 2005. – 14 с.
8. Технологічний регламент виробництва етилового спирту з крохмалевмісної сировини. ТРУ 18.8049-2000. – 33 с.

References

1. Konarev, V.G. (1977). Obraztsy rzhi s kharakteristikoj sodержaniya 5-alkil-rezortsinolov v zerne [Specimens of rye with characteristic of 5-alkylresorcinols in rye]. *VIR*, issue 197, p. 50 (in Russian).
2. Blazhej, A., Shuty, L. (1977). *Fenolnye soyedineniya rastitel'nogo proiskhozheniya [Phenol compounds of plant origin]*. Moscow: Mir (in Russian).
3. Sysuev, V.A., Kedrova, L.I. (2006). Ispolzovanie rzhi v kormlenii zhivotnykh [Use of rye for animal feeding]. *Selskokhozyajstvennye vesti – Agricultural news*, no. 2, p. 28 (in Russian).
4. Allaberdin, I. (2006). Zerno ozimoi rzhi v kombikormakh dlia molodniaka KRS [Grain of autumn rye in feed staffs for young stock cattle]. *Zhyvotnovodstvo Rossii – Livestock breeding of Russia*, no. 11, pp. 52–53 (in Russian).
5. Fizer, L., Fizer, M. (1970). *Organicheskaiia khimiia [Organic chemistry]*. Moscow: Khimiia (in Russian).
6. GSTU 46.045-2003 (2003). *Galuzevyi standart Ukrainy «Zerno. Metody vyznachennia umovnoyi krokhmalystosti» [Branch standard of Ukraine. Methods to determine apparent starch content]*. Official edition. Kyiv: Minagropolityky Ukrayiny – Ministry of agrarian policy of Ukraine (in Ukrainian).
7. SOU 15.9-37-242:2005 (2005). *Standart Minagropolityky Ukrayiny «Syrovyna krokhmal'evmistna zbrodzheniia dlia vyrobnytstva etylovogo spyrtu. Metody vyznachennia ob'yemnoyi chastky etylovogo spyrtu» [Standard of Ministry of agrarian policy of Ukraine «Fermented starch containing raw materials for production of ethanol. Method to determine content of ethanol]*. Kyiv (in Ukrainian)
8. TRU 18.8049-2000 (2000). *Tekhnologicnyy reglament vyrobnytstva etylovogo spyrtu z krokhmal'evmistnoi syrovyny [Technological regulation for production of ethanol from starch containing raw materials]* (in Ukrainian).

УДК 663.53.531

Наталія Процан, Сергій Олійничук, Сергій Вербицький

**ВПЛИВ ПОХІДНИХ АЛКІЛРЕЗОРЦИНОЛІВ
НА АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ**

Постановка проблеми. Відомо, що жито є проблемною сировиною для виготовлення етилового спирту через наявність у зернівці цього злаку алкілрезорцинолів, що негативно впливають на ферменти амілазного комплексу. Отже, важливо знайти та науково обґрунтувати ефективні дезактивувальні речовини, які під час приготування замісів стабілізують ферментну активність без збільшення витрат ферментних препаратів понад встановлені норми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зовнішня оболонка кутікули зернівки жита містить алкілрезорциноли – сполуки резорцина та алкілів з різною довжиною ланцюга та різною кількістю атомів карбону. Наявність алкілрезорцинолів з атомами карбону є характерною тільки для жита. При подрібненні зерна більша частина алкілрезорцинолів залишається у висівках. Під дією високих температур алкілрезорциноли розкладаються частково, тобто у спиртовому виробництві алкілрезорциноли залишаються у нативному вигляді та негативно впливають на активність ферментних препаратів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Об'єктами досліджень були: жито, фракції, отримані під час подрібнення; заміси та сусло з помелу жита, отримані в умовах розварювання за низьких температур з використанням ферментних препаратів альфа- та глюкоамілазної дії та допоміжних ферментних препа-

ратів; зріла бражка. Для виконання досліджень було приготовано середовища з жита та води, житні висівки було додано як джерело алкілрезорцинолів; ферментативний гідроліз крохмалю було проведено із застосуванням ферментного препарату «Новозаймс».

Мета досліджень. Метою досліджень було визначення впливу похідних алкілрезорцинолів на оцукрюючу здатність сусла та підбір речовин для нейтралізації алкілрезорцинолів.

Виклад основного матеріалу. На ефективну каталітичну активність ферментного препарату під час зброджування сусла впливає низка чинників, показник оцукрюючої здатності сусла і є показником активності ферментних препаратів. Для підтвердження наведеного твердження було проведено дослідження з дезактивації похідних алкілрезорцинолів різними речовинами. Під час досліджень як дезактивуючі речовини було застосовано харчову соду, аміачну воду та розчин гідроксиду натрію.

Висновки та пропозиції. Алкілрезорциноли, що містяться у житі, негативно впливають на альфа-амілітичну активність. Нейтралізація похідних алкілрезорцинолів зумовила збереження активності ферментного препарату протягом всього періоду зброджування середовища. Використання аміачної води та молочної кислоти на стадії приготування замісів позитивно впливає на бродильну активність дріжджів за рахунок збагачення середовища джерелом азоту та підвищує вміст спирту у дозрілій бражці.

Ключові слова: бражка; висівки, жито, зброджування, крохмаль, оцукрююча здатність, похідні алкілрезорцинолів, спирт, сусло, ферментні препарати.

Рис.: 1. Табл.: 3. Бібл.: 8.

УДК 663.53.531

Наталія Процан, Сергей Олійничук, Сергей Вербицький

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ АЛКИЛРЕЗОРЦИНОЛОВ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Определено негативное влияние производных алкилрезорцинолов ржи на активность ферментных препаратов α -амилолитической действия. Подобрано вещество – аммиачную воду – для дезактивации производных алкилрезорцинолов. Разработана принципиально технологическая схема приготовления сусла для сбраживания с использованием аммиачной воды с целью нейтрализации производных алкилрезорцинолов и стабилизации активности ферментных препаратов, во время приготовления сред для сбраживания, при нормативных затратах ферментных препаратов.

Ключевые слова: бражка; отруби; рожь; сбраживание; крахмал; осахаривающая способность, производные алкилрезорцинолов, спирт, сусло, ферментные препараты.

Рис.: 1. Табл.: 3. Библ.: 8.

Protsan Natalia – PhD student, State Scientific Institution «Ukrainian Research Institute of Alcohol and Biotechnology of Foods» (3 Babushkina Lane, 03190 Kyiv, Ukraine).

Процан Наталія Вікторівна – аспірант, ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів» (пров. Бабушкіна, 3, м. Київ, 03190, Україна).

Процан Наталія Вікторівна – аспірант, ГНУ «Український науково-дослідний інститут спирта і біотехнології продовольствених продуктів» (пер. Бабушкіна, 3, г. Київ, 03190, Україна).

Oliynichuk Sergiy – Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Food Resources of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (4a Yevgena Sverstiuka Str., 02002 Kyiv, Ukraine).

Олійничук Сергій Тимофійович – доктор технічних наук, професор, Інститут продовольчих ресурсів НААН (вул. Євгена Сверстюка, 4а, м. Київ, 02002, Україна).

Олійничук Сергей Тимофеевич – доктор технических наук, профессор, Институт продовольственных ресурсов НААН (ул. Евгения Сверстюка, 4а, г. Киев, 02002, Украина).

Verbytskyi Sergiy – PhD in Technical Sciences, Institute of Food Resources of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (4a Yevgena Sverstiuka Str., 02002 Kyiv, Ukraine).

Вербицький Сергій Борисович – кандидат технічних наук, Інститут продовольчих ресурсів НААН (вул. Євгена Сверстюка, 4а, м. Київ, 02002, Україна).

Вербицький Сергей Борисович – кандидат технических наук, Институт продовольственных ресурсов НААН (ул. Евгения Сверстюка, 4а, г. Киев, 02002, Украина).

E-mail: protsannataly@gmail.com

РОЗДІЛ VI. ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 674.047

DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-241-246

Павло Ігнатенко, Олена Ігнатенко

ВПЛИВ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ НА ЇЇ МІЦНІСТЬ

Актуальність теми дослідження. Міцність деревини залежить в основному від її породи, температури та вологості. При сушінні вологість та температура деревини змінюються, тому її міцність також не залишається постійною.

Постановка проблеми. Зміна міцності деревини спостерігається лише в діапазоні вологості нижче зони гігроскопічності, причому зниження вологості приводить до суттєвого збільшення міцності. Зміна вологості в діапазоні вище зони гігроскопічності не впливає на міцність деревини.

Аналіз досліджень і публікацій. В Україні розробкою технологічних процесів сушіння і захисту деревини займаються компанія Holtek Semiconductor Incorporated, Taiwan. Технологічним процесам сушіння матеріалів присвячені роботи П. Л. Ігнатенка, С. П. Сапон, О. А. Ігнатенко.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Розрізняють міцність деревини у процесі обробки при тому чи іншому стані та експлуатаційну міцність, яку має деревина після доведення її вологості та температури до експлуатаційних норм.

Мета статті. Проаналізувати показники якості сушіння пиломатеріалів і запропонувати спосіб закінчення технологічного процесу сушіння.

Виклад основного матеріалу. Міцність деревини у процесі обробки підвищується з пониженням температури та вологості. На експлуатаційну міцність деревини здійснюють вплив її порода, вологість та характер попереднього сушіння. Ступінь зниження міцності деревини залежить від породи, вологості, температури та тривалості сушіння. Міцність камери залежить від розмірів матеріалу, а тривалість обороту – від режиму процесу і характеристик матеріалу.

Облік і планування роботи сушильних камер прийнято вести в кубічних метрах умовного матеріалу. Тривалість сушіння умовного і фактичного матеріалу знаходять розрахунком за таблицями. Облік висушених пиломатеріалів ведуть паралельно в обсязі фактичного й обсязі умовного матеріалу.

Висновки і пропозиції. Після дослідження існуючої установки сушіння пиломатеріалів, та визначення незручностей пов'язаних з процесом, зокрема точність вимірювання температури, визначення вологості було змінено способи та засоби збору технологічних параметрів.

Цей процес потребує певного проміжку часу і має досить велику похибку, обумовлену багатьма чинниками, такими як похибка термометрів, похибка паралаксу. Також використання даного методу дає можливість отримання значення вологості лише в певній частині сушильної камери. Використання електронних датчиків вологості дозволяє усунути певні похибки, тим самим робить процес вимірювання вологості швидшим та значно точнішим, відпадає потреба у використанні психометричних таблиць.

Ключові слова: показники якості; пиломатеріали; технологічний процес; кондиціонування; камерне сушіння.

Рис.: 1. Табл.: 2. Бібл.: 6.

Постановка проблеми. Міцність деревини залежить в основному від її породи, температури та вологості. У процесі сушіння вологість та температура деревини змінюються, тому її міцність також не залишається постійною. Зміна міцності деревини спостерігається лише в діапазоні вологості нижче зони гігроскопічності, причому зниження вологості приводить до суттєвого збільшення міцності. Зміна вологості в діапазоні вище зони гігроскопічності не впливає на міцність деревини.

Зміни міцності, пов'язані з вологістю, зворотні, тобто при зволоженні сухої деревини знижується її міцність, а при наступному висушуванні попередні міцнісні показники повністю відновлюються.

Підвищення температури призводить до пониження міцності деревини. Короткочасний вплив не досить високої температури дає зворотні зміни міцності. З підвищенням температури та тривалості її впливу в деревині відбуваються незворотні процеси, що призводять до зміни її міцнісних показників при наступній експлуатації [1].

Аналіз досліджень і публікацій. В Україні розробкою технологічних процесів сушіння і захисту деревини займаються професор П. В. Білей, В. М. Павлюст (Національний лісотехнічний університет України) [2]. Дослідженню процесів сушіння деревини присвячені роботи А. І. Расева [3] і І. В. Кречетова [4]. Крім того, дослідження автоматизації сушіння пиломатеріалів проводять компанія Holtek Semiconductor Incorporated,

Taiwan [5] та інші. Технологічним процесам сушіння матеріалів присвячені роботи П. Л. Ігнатенка, С. П. Сапон, О. А. Ігнатенко [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Розрізняють міцність деревини у процесі обробки при тому чи іншому стані та експлуатаційну міцність, яку має деревина після доведення її вологості та температури до експлуатаційних норм.

Мета статті. Проаналізувати показники якості сушіння пиломатеріалів і запропонувати спосіб закінчення технологічного процесу сушіння.

Виклад основного матеріалу. Міцність деревини у процесі обробки підвищується з пониженням температури та вологості. Це добре ілюструє діаграма (рисунок) межі міцності деревини берези при розтягненні поперек волокон (тангенціальний напрям). Так, межа міцності холодної сухої деревини вище межі міцності гарячої сирової деревини в 15...20 разів. Для інших показників механічних властивостей деревини та інших порід характер зміни міцності та їх співвідношення можуть коливатися у широких межах.

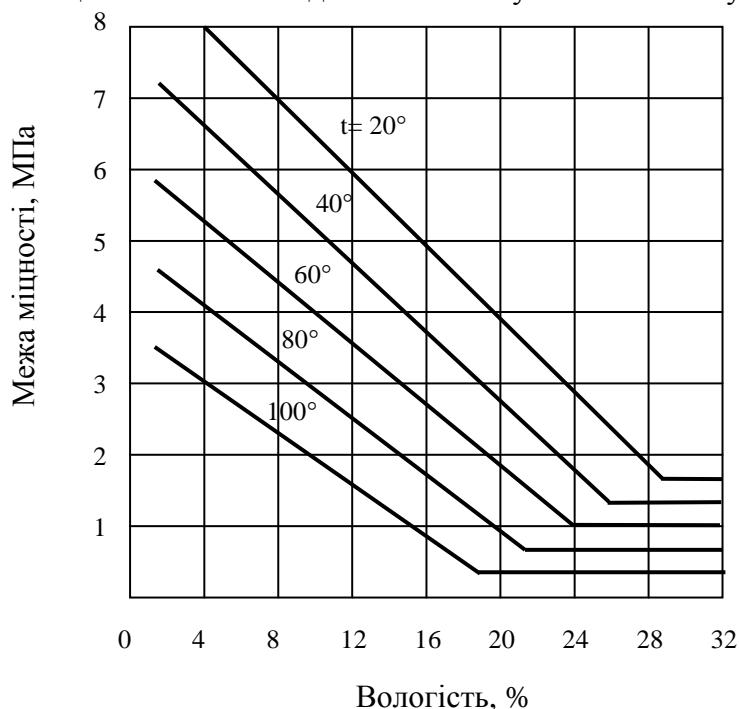


Рис. Діаграма межі міцності деревини берези при розтягненні поперек волокон у тангенціальному напрямі

На експлуатаційну міцність деревини здійснюють вплив її порода, вологість та характер попереднього сушіння. Еталоном експлуатаційної міцності прийнято вважати міцність деревини, яка не підлягала впливу температури нижче 60 °C і не знижує її експлуатаційну міцність незалежно від тривалості сушіння. Вплив більш високої температури починає з'являтися, якщо тривалість сушіння при $t = 80$ °C перевищує 40...50 год, а при $t = 120$ °C – 2...3 год.

Ступінь зниження міцності деревини залежить від породи, вологості, температури та тривалості сушіння. Так, наприклад, у високоінтенсивних процесах сушіння, коли температура становить 120...130 °C при тривалому впливі 30...60 год, показники механічних властивостей деревини понижуються: при розтягненні, стисненні та статичному згині на 5...8 %, а при сколюванні та розколюванні – на 15...20 % [4].

Особливості розрахунку продуктивності з урахуванням роботи сушильних камер мають такі аспекти. Продуктивність сушильної камери II, в якій висушуються пилома-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

теріали конкретної характеристики та визначеного призначення, визначається в кубічних метрах деревини за рік виразом

$$П = \frac{335}{\tau_{об}} \cdot E, \quad (1)$$

де 335 – число діб роботи камери в році; $\tau_{об}$ – тривалість одного обороту камери при сушінні фактичного матеріалу, діб; у камерах неперервної дії вона дорівнює тривалості сушіння, а в камерах періодичної дії – тривалості сушіння, збільшеної на час завантаження і розвантаження камери, що становить 0,1 доби; E – місткість сушильної камери, м³ деревини.

Вести облік роботи сушильних камер, безпосередньо використовуючи вираз (1), досить складно. Конкретне підприємство висушує пиломатеріали різноманітної специфікації. Тому величини E і $\tau_{об}$ нестабільні [1].

Місткість камери залежить від розмірів матеріалу, а тривалість обороту від режиму процесу і характеристики матеріалу.

Облік і планування роботи сушильних камер прийнято вести в кубічних метрах умовного матеріалу. Умовному матеріалу еквівалентні соснові обрізні дошки товщиною 50 мм, шириною 160 мм, довжиною більше 1 м, II категорії якості, що висушуються від початкової вологості 60 % до кінцевої 12 %.

Кількість фактично просушених пиломатеріалів Φ переводиться у кількість умовного матеріалу $У$ за співвідношенням

$$У = \Phi \cdot \frac{E_{ум} \tau_{\phi}}{E_{\phi} \tau_{ум}}. \quad (2)$$

Отже, для перекладу фактичного обсягу деревини в обсяг умовного матеріалу необхідно встановити місткість камери на умовному ($E_{ум}$) і фактичному (E_{ϕ}) матеріалі, а також тривалість сушіння умовного ($\tau_{ум}$) і фактичного (τ_{ϕ}) матеріалу.

Місткість камери E (м³ деревини) визначають за рівнянням

$$E = \Gamma \beta, \quad (3)$$

де Γ – обсяг штабелів, одночасно розміщених в камері;

β – коефіцієнт об'ємного заповнення штабеля.

У свою чергу

$$\Gamma = lbhn, \quad (4)$$

де lbh – довжина, ширина і висота;

n – кількість штабелів у камері.

При визначенні величини β варто мати на увазі, що розрізняють два показники місткості камери: за обсягом сирих пиломатеріалів і за обсягом товарних пиломатеріалів. Другий показник менше першого на величину об'ємної усушки деревини, при зміні її вологості від межі насичення до транспортної вологості. Облік роботи камер ведуть за товарними пиломатеріалами.

З урахуванням цієї обставини коефіцієнт об'ємного заповнення штабеля розраховують за формулою

$$\beta = \beta_0 \beta_{lh} \beta_e \cdot 0,93, \quad (5)$$

де $\beta_0, \beta_{lh}, \beta_e$ – коефіцієнти заповнення штабеля по довжині, ширині і висоті;

0,93 – коефіцієнт, що враховує об'ємну усушку деревини.

Коефіцієнт заповнення штабеля по довжині β_0 приймається рівним: для неторованих пиломатеріалів, а також пиломатеріалів і заготовок, несорттованих по довжині – 0,85; для матеріалу однакової довжини (наприклад, заготовок) – 1.

Коефіцієнт заповнення штабеля по ширині визначають за табл. 1.

Коефіцієнт заповнення штабеля по висоті при товщині прокладок 25 мм розраховують за відношенням

$$\beta_g = S / (S + 25), \quad (6)$$

де S – товщина пиломатеріалів, мм.

Таблиця 1

Значення коефіцієнта $\beta_{ш}$

| Метод укладання | Пиломатеріали | |
|-----------------|---------------|-----------|
| | обрізні | необрізні |
| Зі шпаціями | 0,65 | 0,43 |
| Без шпацій | 0,9 | 0,6 |

Тривалість сушіння умовного і фактичного матеріалу знаходять розрахунком за таблицями. Облік висушених пиломатеріалів ведуть паралельно в обсязі фактичного й обсязі умовного матеріалу. В обліковому журналі сушильного цеху реєструють фактичний обсяг і характеристику кожного вивантаженого із сушильної камери штабеля. Цей обсяг перераховують в обсяг умовного матеріалу [4; 6].

Кількість висушеної в певний момент деревини (у тому числі в обсязі умовного матеріалу) підсумовують з обсягом деревини, висушеної від початку звітної періоду (місяця, кварталу). Кількісна оцінка роботи сушильного цеху за місяць, квартал чи рік (табл. 2) виконується порівнянням фактичного випуску з плановою продуктивністю камер в умовному матеріалі.

Таблиця 2

Питома продуктивність сушильних камер в умовному матеріалі

| Принцип дії камер | Типи камер по циркуляції і транспортуванню штабелів | Величина $n_{ум}$, м ³ /рік, при роботі на режимах | | | |
|----------------------------|--|--|------------|------------|---------------------|
| | | м'яких | нормальних | форсованих | високотемпературних |
| Періодичної дії | З природною циркуляцією | — | 15 | — | — |
| | З циркуляцією слабой інтенсивності | — | 24 | — | — |
| | З циркуляцією середньої інтенсивності | 19 | 31 | 39 | — |
| | З реверсивною циркуляцією великої інтенсивності | 20 | 36 | 47 | 79 |
| | З нереверсивною циркуляцією великої інтенсивності | — | — | 47 | 69 |
| Неперервної дії протитічні | З поперечним транспортуванням штабеля | 18 | 40 | 47 | — |
| | З зигзагоподібною циркуляцією | 17 | 38 | 44 | — |
| | З прямолінійною циркуляцією та поздовжнім транспортуванням | — | 23 | — | — |

Планову продуктивність камери $P_{ум}$ у м³ умовного матеріалу в рік розраховують за формулою

$$P_{ум} = \Gamma \beta_{ум} \cdot 335 / \tau_{об-ум} = \Gamma n_{ум}, \quad (7)$$

де $n_{ум}$ – питома продуктивність камери в рік в умовному матеріалі, на 1 м³ обсягу штабелів. Значення $n_{ум}$ для камер основних типів наведені в табл. 2.

Висновки і пропозиції. Після дослідження існуючої установки сушіння пиломатеріалів та визначення незручностей, пов'язаних з процесом, зокрема точність вимірювання температури, визначення вологості було змінено способи та засоби збору технологічних параметрів.

Нині температура в камері вимірюється ртутними термометрами, які в силу своєї моральної застарілості незручні у використанні. Вологість вимірюється психометричним способом, оператор знімає значення з вологого та сухого термометрів і за психометричними таблицями визначає вологість у камері. Цей процес потребує певного проміжку часу і має досить велику похибку, обумовлену багатьма чинниками, такими як похибка термометрів, похибка паралаксу. Також використання цього методу дає можливість отримання значення вологості лише в певній частині сушильної камери. Використання електронних давачів вологості дозволяє усунути певні похибки, тим самим робить процес вимірювання вологості швидшим та значно точнішим, відпадає потреба у використанні психометричних таблиць. Також відбулися зміни у вимірюванні температури, після автоматизації значення температури знімаються цифровими давачами, значення яких обробляється мікроконтролером, що дає високу швидкість та точність обробки інформації.

Для більшої швидкості та точності регулювання температури в камері запропоновано встановити електрокалорифер, роботу якого контролює КМС.

Список використаних джерел

1. *Ігнатенко П. Л.* Особливості процесу сушіння деревини / П. Л. Ігнатенко, В. І. Ступа // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2011. – № 4 (53). – С. 257–261.
2. *Білей П. В.* Сушіння і захист деревини : підручник / П. В. Білей, П. М. Павлюст. – Львів : Ліга-Прес, 2008. – 312 с.
3. *Расев А. И.* Тепловая обработка и сушка древесины / А. И. Расев. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 360 с.
4. *Кречетов И. В.* Сушка и защита древесины / И. В. Кречетов. – М. : Лесн. пром-сть, 1987. – 372 с.
5. *Технічна документація НТ1621* компанії Holtek Semiconductor Incorporated, Taiwan. 2001. – 118с.
6. *Ігнатенко П. Л.* Аналіз якості сушіння пиломатеріалів на заключному етапі технологічного процесу сушіння / П. Л. Ігнатенко, О. А. Ігнатенко, С. П. Сапон // Технічні науки та технології. – 2016. – № 3 (5). – С. 204–209.

References

1. Ihnatenko, P.L. & Stupa, V.I. (2011). Osoblyvosti protsesu sushinnia derevyny [The specifics of wood drying process]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky – Visnyk of Chernihiv State Technological University: Series: Technical Sciences*, no. 4, pp. 257–261 (in Ukrainian).
2. Bilei, P.V. & Pavliust, P.M. (2008). *Sushinnia i zakhyst derevyny [The drying and protection of the wood]*. Lviv: Liha. Pres (in Ukrainian).
3. Rasiev, A.I. (2009). *Teplovaia obrabotka y sushka drevesyny [The heat treatment and drying of wood]*. Moscow: HOU VPO MHUL (in Russian).
4. Krechetov, I.V. (1987). *Sushka y zashchyta drevesyny [The drying and protection of the wood]*. Moscow: Lesn. Prom-st (in Russian).
5. *Tekhnichna dokumentatsiia НТ1621* kompanii Holtek Semiconductor Incorporated, Taiwan. 2001.
6. Ihnatenko, P.L., Ihnatenko, E.A. & Sapon, S.P. (2016). Analiz yakosti sushinnia pylomaterialiv na zakliuchnomu etapi tekhnolohichnoho protsesu sushinnia [Analysis Of Quality Of Drying Of Sawtimbers On The Final Stage Of Technological Process Of Drying]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, no. 3 (5), pp. 204–209 (in Ukrainian).

УДК 674.047

Pavlo Ignatenko, Elena Ignatenko

THE EFFECT OF WOOD DRYING ON ITS STRENGTH

Urgency of the research. The strength of wood depends mainly on its breed, temperature and humidity. When drying, the moisture and temperature of the wood change, so its strength also does not remain constant.

Target setting. Changing the strength of wood is observed only in the range of humidity below the zone of water absorption, whereby humidity reduction leads to a significant increase in strength. Changing the humidity range above water absorption zone does not affect the strength of wood.

Actual scientific researches and issues analysis In Ukraine, the development process of drying and wood protection company engaged Holtek Semiconductor Incorporated, Taiwan. Technological processes of drying materials are devoted to the work of P.L. Ignatenko, S.P. Sapon, O.A. Ignatenko.

Uninvestigated parts of general matters defining. There is strength in wood processing in different states and operational strength, which has wood after bringing here humidity and temperature to performance standards.

The research objective. Analysis of quality lumber drying and offer a way to completion of the process of drying.

The statement of basic materials. The strength of wood in the processing increases with a decrease in temperature and humidity. On the operational strength of wood influencing her breed, humidity and the nature of prior drying. The degree of reduction of wood strength depends on the breed, humidity, temperature and drying time. Capacity of the camera depends on the size of the material, and the duration of the turnover from the mode of the process and characteristics of the material.

The accounting and planning of the operation of drying chambers is carried out in cubic meters of conditional material. The tables calculate the duration of drying of conditional and actual material. The accounting of dried lumber is conducted in parallel for material.

Conclusions. After researching existing installation of drying lumber and definition discomfort associated with the process, in particular, the accuracy of measuring the temperature and determining the humidity has changed the methods and means of collecting technological parameters.

This process requires a certain period, and has a rather large error due to many factors, such as the error of the thermometers, the error of parallax. In addition, use this method makes it possible to obtain humidity values only in a certain part of the drying chamber. The use of electronic humidity sensors allows you to eliminate a number of errors, thus making the process of measuring humidity faster and more precisely, eliminating the need for using psychometric tables.

Key words: indexes of quality; saw-timbers; technological process; conditioning; chamber drying.

Fig.: 1. Tabl.: 2. Bibl.: 6.

УДК 674.047

Павел Игнатенко, Елена Игнатенко

ВЛИЯНИЕ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ЕЕ ПРОЧНОСТЬ

Проведен анализ показателей качества сушки пиломатериалов. Определен показатель равномерности конечной влажности. Установлены четыре категории качества сушки пиломатериалов. Для обеспечения необходимого качества пиломатериалов предложен новый способ окончания технологического процесса сушки.

Ключевые слова: показатели качества; пиломатериалы; технологический процесс; кондиционирование; камерная сушка.

Рис.: 1. Табл.: 2. Библ.: 6.

Игнатенко Павло Леонідович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Игнатенко Павел Леонидович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологий машиностроения и деревообработки, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Ignatenko Pavlo – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Mechanical Engineering and Wood Technology Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: ignatenkop11@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0967-1631>

Researcher ID: G-6310-2014

Игнатенко Елена Анатоліївна – асистент кафедри технологій машинобудування та деревообробки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Игнатенко Елена Анатольевна – ассистент кафедры технологий машиностроения и деревообработки, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Ignatenko Elena – assistant of Mechanical Engineering and Wood Technology Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: laignatenko@ukr.net

Олександр Квартенко, Ігор Присяжнюк

МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕТИКИ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ СПОЛУК ЗАЛІЗА В БІОРЕАКТОРІ

Актуальність теми дослідження. Проведений аналіз сучасних технологій очищення підземних вод показав, що одним із перспективних методів є метод біохімічного знезалізнення за допомогою залізобактерій.

Постановка проблеми. У зв'язку із застосуванням технології біохімічного знезалізнення підземних вод на станціях, які будуються, а також його впровадженням при реконструкції діючих станцій, постало питання щодо подальшого розвитку моделювання кінетики процесу видалення сполук заліза в біореакторах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Існуючі математичні моделі видалення сполук заліза в основному описують фізико-хімічні процеси знезалізнення підземних вод за методом спрощеної аерації – фільтрування. Вирішення цієї проблеми присвячені роботи закордонних та вітчизняних учених.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Моделювання кінетики процесу біохімічного вилучення сполук заліза в біореакторі за допомогою залізобактерій.

Виклад основного матеріалу. Внаслідок всебічного вивчення процесу біохімічного окиснення сполук заліза за допомогою залізобактерій була запропонована кінетична модель, компонентами якої були концентрації заліза, додаткового неорганічного вуглецю у вихідній воді, а також концентрації утворених біомінералів. Крім того, враховувалися середні величини біомаси мікроорганізмів як в одиниці об'єму вихідної води, так й іммобілізованої в контактному звантаженому біореакторі. На відміну від існуючих кінетичних моделей було враховано вплив залізобактерій, які знаходяться у вихідній воді, на динаміку їх розвитку в контактному звантаженому біореакторі.

Висновки. Запропонована біохімічна модель описує кінетичні процеси очищення води від сполук заліза залежно від зміни чисельності залізобактерій, які проходять через біореактор, а також тих, які закріплені на поверхні контактної звантаження та створених ними структурах. Комп'ютерна реалізація моделі дозволить прогнозувати зміну ефективності очищення залежно від концентрації іонів Fe^{2+} , вмісту залізобактерій, присутності додаткового джерела вуглецю, швидкості фільтрування, а також враховувати зміну показників якості вихідної води.

Ключові слова: залізобактерії; кінетика; конвективний перенос; сполуки заліза; структури біомінералів.
Бібл.: 17.

Постановка проблеми. Проведений аналіз сучасних технологій очищення підземних вод [1; 2] показав, що одним із перспективних методів є метод біохімічного очищення води від сполук заліза. Моделюванню кінетики процесу біохімічного вилучення сполук заліза за допомогою залізобактерій приділялося менше уваги, ніж традиційним методам.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Існуючі математичні моделі видалення сполук заліза за ступенем врахування різноманітних факторів і процесів можна поділити на декілька груп. До першої групи віднесемо моделі, які описують лише кінетику процесу окиснення Fe^{2+} . Цей тип моделей представлено в роботах Stumm та Lee, 1961 [3], Olson та Twardowski, 1975; Tamuro, 1976 [4] та інших. Аналізуючи моделі першої групи можна зробити висновок, що вони в основному є двокомпонентними. Так, у моделі, представленій у 1961 році Stumm та Lee [3], було зазначено, що швидкість окиснення іонів Fe^{2+} в бікарбонатних розчинах передусім залежить від концентрації іонів Fe^{2+} , а також від величини рН.

Дослідження (Tamura, 1976) [4] показали, що за наявності $Fe(III)$, окиснення $Fe(II)$ відбувається паралельно за двома напрямками. Перший – гомогенні реакції окиснення Fe^{2+} у водному розчині киснем повітря. Другий – гетерогенне окиснення Fe^{2+} на поверхні осаду $Fe(OH)_3$. Ефективність процесу, за даними (Tamura 1976), стає помітною при концентраціях Fe^{3+} , які перевищують 5...10 мг/дм³. В області близькій до нейтральних значень рН більшість заліза (III) знаходиться у формі осаду гідроксиду з позитивним зарядом. Отже, OH^- залучається у дифузійний шар, тому рН дифузійного шару пластівців осаду заліза (III) вища, ніж у решті об'єму водного розчину. Barry та ін. (1994) [5] представили інший загальний вираз кінетики окиснення Fe^{2+} із урахуванням гомогенного окиснення, абіотичного гетерогенного каталізу, біологічного процесу окиснення та інших механізмів:

$$\frac{-d[Fe(II)]}{dt} = \{k_0[Fe^{2+}] + k_1[Fe(OH)^+] + k_2[Fe(OH)_2]\} pO_2 + k_3 A \cdot [Fe^{2+}][OH^-]^2 \cdot pO_2 + (1) \\ + k_4[Bacteria][Fe^{2+}][OH^-]^2 \cdot pO_2 + R_{other},$$

де k_0, k_1, k_2 – константи швидкості реакцій першого порядку в гомогенному середовищі, з поправкою на присутність ліганд і каталізаторів, які діють у процесі гомогенного окиснення ($c^{-1} \text{атм}^{-1}$); k_3 – загальна константа швидкості гетерогенних абіотичних процесів ($c^{-1} \text{атм}^{-1}$); A – площа, на якій відбувається абіотичне окиснення, m^2 ; k_4 – константа швидкості реакції для деяких бактерій; $[Bacteria]$ – концентрація бактерій (кл/л); R_{other} – швидкість окиснення, пов'язана з процесами, які не є явними.

До другого типу слід віднести відому модель знезалізнення [6], яка згідно з аналітичним розв'язком, представленим у [8], може описувати роботу споруд лише на початковому етапі фільтроциклу.

До найбільш складного типу відносяться багатокомпонентні моделі, які описують різні процеси фізико-хімічного знезалізнення підземних вод. Найбільш сучасними з них є моделі, розроблені під керівництвом професора О. Я. Олійника, зокрема представлені в роботах [7; 8]. Модель, представлена в роботі [7], описує динаміку процесу знезалізнення води на швидких фільтрах при сталих значеннях швидкостей фільтрування. Модель враховує вплив процесів масопереносу, кінетики обміну та різноманітних трансформацій, які відбуваються як у рідкій, так і у твердій фазах системи відносно Fe^{2+} , кисню, різних форм $Fe(OH)_3$.

У роботі [8] представлена модель, яка складається із двох взаємопов'язаних блоків: гідродинамічного та динаміки сполук заліза у фільтруючому пористому середовищі. Модель враховує зміну гідравлічних властивостей завантаження фільтрів, нестационарність процесу знезалізнення, різні моделі кінетики масообміну, процеси гомогенно-гетерогенного окиснення заліза киснем.

У роботі [9] авторами представлена сучасна кінетична модель фізико-хімічного знезалізнення підземних вод на фільтрах, яка враховує масопередачу для двох форм заліза, відображає інтенсифікацію його видалення під впливом утвореного осаду, передбачає безвідривне фільтрування, враховує обмеженість сорбційного ресурсу.

Представлені в огляді моделі вітчизняних вчених є частиною їх сучасних розробок в даному напрямку.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проведений аналіз сучасного стану кінетичних моделей свідчить про їх різноманіття в основному за абіотичним методом процесу окиснення сполук заліза. Тоді як біохімічному методу приділялося менше уваги. Врахування в моделі біохімічних характеристик процесу дозволить прогнозувати зміну ефективності очищення за цим методом залежно від концентрації іонів Fe^{2+} , вмісту залізобактерій, присутності додаткового джерела вуглецю, встановлювати час роботи біореактора між промивками.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розробка моделі процесу кінетики біохімічного видалення сполук заліза в біореакторі.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, наявні в підземних водах залізобактерії, в результаті своєї життєдіяльності, створюють пористі чохла у вигляді нанотрубок однакового діаметра *Leptothrix* [10], або спіралеподібні структури – *Gallionella* [12; 14]. Поступово з окремих чохла залізобактерій у міжпоровому просторі контактного завантаження починає формуватися пориста структура із біомінералів $\gamma\text{-FeOOH}$ [11; 12], яка із часом заповнює весь міжпоровий простір і через яку конвективно проходить потік. Спіралеподібні чохла *Gallionella* та оболонки бактерій *Leptothrix* згідно з [12; 13] можна розглядати як своєрідні полімерні матриксні структури біомінералів. Із потоку води на існуючій структурі біомінералів відбувається іммобілізація залізобактерій, які з ча-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

сом починають формувати нові матриксні структури. Крім того, кожна нова порція води, яка омиває чохли із закріпленими бактеріями, приносить розчинені сполуки заліза, вуглецю, кисню створюючи комфортні умови для розвитку залізобактерій. Збільшення об'єму матриксних структур біомінералів у міжпоровому просторі призводить до її поступової міграції із низхідним потоком води до нижніх шарів. Запропонована кінетична модель стосується виключно етапу створення та розвитку структур із біомінералів у міжпоровому просторі біореактора. До складу моделі входять шість взаємопов'язаних диференціальних рівнянь. Модель враховує такі компоненти: концентрації іонів заліза, неорганічного вуглецю, матриксних структур – біомінералів, утворених у двох фазах, а також середні величини біомаси залізобактерій як в одиниці об'єму вихідної води, так і іммобілізованої в контактному завантаженні біореактора.

$$\sigma B_t = W(x,t)B - v(x) \cdot B_x - \gamma(x,t)H(x,t) - \chi B, \quad (2)$$

$$U_t = W(x,t)U + \gamma(x,t) \cdot H(x,t) - \chi U, \quad (3)$$

$$\sigma C_t = -v(x) \cdot C_x - \alpha_1 W(x,t)B - \alpha_2 W(x,t)U, \quad (4)$$

$$\sigma F_t = -v(x) \cdot F_x - \beta_1 W(x,t)B - \beta_2 W(x,t)U - R_{chem} - R_{other}, \quad (5)$$

$$\sigma S_t = -v(x) \cdot S_x - k_1 S + k_2 M + \eta_1 W(x,t)B, \quad (6)$$

$$M_t = k_1 S - k_2 M + \eta_2 W(x,t)U, \quad (7)$$

$$H(x,t) = \begin{cases} B(x,t), & \text{якщо } B(x,t) < B_*^* - U(x,t), \\ B_*^* - U(x,t), & \text{якщо } B(x,t) \geq B_*^* - U(x,t), \end{cases} \quad (8)$$

Рівняння (2–5) описують відповідно процес біохімічно-абіотичного окиснення сполук заліза за допомогою консорціумів залізобактерій, закріплених як на поверхні стаціонарної каталітичної оболонки зерен, так і на матриксних структурах біомінералів в міжпоровому просторі контактному завантаження, а також тих, які вільно переміщуються в міжпоровому просторі разом із потоком води, яка підлягає очищенню. Рівняння (6, 7) описують процеси накопичення–переносу утворених у процесі роботи біореактора матриксних структур по висоті контактному завантаження біореактора. На відміну від існуючих кінетичних моделей, у запропонованій моделі було враховано вплив чисельності залізобактерій, які знаходяться у вихідній воді, на динаміку їх розвитку в контактному завантаженні біореактора.

Опис диференціальних рівнянь моделі. Рівняння (2) дозволяє враховувати процес біохімічного окиснення сполук заліза за рахунок незакріплених мікроорганізмів, які надходять із підземного джерела водопостачання [14], залежно від концентрацій іонів гідрокарбонату заліза та розчиненого неорганічного вуглецю, швидкості потоку. По мірі руху води вздовж контактному завантаження відбувається процес іммобілізації бактерій як на поверхні його гранул, покритих первинною стаціонарною оболонкою, так і на утворених бактеріями структурах біомінералів у міжпоровому просторі. Рівняння (3) описує динаміку приросту залізобактерій, закріплених на структурах біомінералів, із урахуванням швидкості їх іммобілізації ($\gamma(x,t) = k \cdot f(M)$) із водного середовища. Коефіцієнт швидкості іммобілізації бактерій, відповідно до досліджень [15], залежить від іонної сили розчину та від концентрації створених біомінералів. Відмирання бактерій описано в рівняннях (2, 3), але враховуючи тривалість розвитку фази експотенціального розвитку культури *Gallionella* [16] та тривалості робочого циклу біореактора між промивками у розрахунках не враховується. Рівняння (4) описує конвективне перенесення по висоті завантаження додаткового джерела неорганічного вуглецю із наступною асиміляцією бактеріями роду *Gallionella*. Конвективне перенесення іонів Fe^{2+} , по глибині контактному завантаження, із одночасним окисненням закріпленими та незакріпленими консорціумами залізобактерій

описується рівнянням (5). Рівняння (6) описує утворення структур біомінералів незакріпленими залізобактеріями в процесі їх життєдіяльності із урахуванням накопичення в міжпоровому просторі, конвективного перенесення у нижні шари контактного завантаження із подальшим прилипанням до існуючих матриксних агломерів. Процес утворення структур біомінералів закріпленими залізобактеріями з урахуванням збільшення їх концентрації у часі, перенесенням відірваних структур із наступним захопленням їх із потоку та переведенням до статичного стану із поступовим заповненням об'єму міжпорового простору описується рівнянням (7).

Опис складових компонентів диференціальних рівнянь.

Перша складова рівняння (2) W – швидкість росту мікроорганізмів згідно з рівнянням Моно:

$$W(x, t) = \frac{\mu_{\max} F \cdot C}{(F + K_F)(C + K_C)}, \quad (9)$$

де μ_{\max} – максимальна питома швидкість росту мікроорганізмів, год⁻¹; F – концентрація двовалентного заліза у вихідній воді, мг/дм³; C – концентрація додаткового джерела неорганічного вуглецю, мг/дм³; K_F , K_C – константи насичення.

Інші складові рівнянь: B – середня величина біомаси залізобактерій в одиниці об'єму вихідної води, яка проходить через біореактор мг/дм³; v – швидкість потоку в біореакторі, м/год; γ – функція швидкості іммобілізації залізобактерій на структурі біомінералів та первинну стаціонарну оболонку контактного завантаження; функція $H(x, t)$ встановлює зв'язок між концентраціями $V(x, t)$ та $U(x, t)$ (зокрема залежність між кількостями вилучених із рідини та іммобілізованих на структурах біомінералів бактерій); χ – кількість відмерлих бактерій, кл/мл; U – середня величина біомаси залізобактерій, іммобілізованих на поверхні первинної стаціонарної оболонки контактного завантаження та структур біомінералів міжпорового простору, мг/дм³; α_1 , α_2 – коефіцієнти масової частки неорганічного вуглецю, необхідного для побудови 1 г клітинної біомаси; β_1 , β_2 – коефіцієнти масової частки іонів Fe^{2+} , необхідних для побудови 1 г клітинної біомаси; R_{chem} – складова, яка характеризує абіотичне окиснення, R_{other} – компонент, який враховує окиснення сполук заліза продуктами метаболізму хемогетеротрофних залізобактерій роду *Leptothrix*; $v(x)S_x$ – компонент, який описує динаміку конвективного перенесення утворених у потоці структур біомінералів по глибині контактного завантаження; $(-k_1S)$ – компонент, який описує адгезію матриксів, які утворилися в динаміці потоку, на попередньо створений стаціонарний матрикс у міжпоровому просторі; k_2M – компонент, який описує динаміку переходу стаціонарних структур біомінералів у рухомому потоці; $\eta_1 W(x, t)B$ – компонент, який описує утворення в міжпоровому просторі біомінералів за допомогою бактерій; η_1 , η_2 – масова частка Fe^{3+} у вигляді біомінералів ($\gamma FeOOH$), яка утворюється при побудові 1 г біомаси; $(-k_2M)$ – компонент, який описує динаміку відриву частини стаціонарного матриксу з наступним його перенесенням у потік; $\eta_2 W(x, t)U$ – компонент, який описує утворення нових структур біомінералів за допомогою бактерій, закріплених на стаціонарних матриксах у міжпоровому просторі контактного завантаження; B^* – гранична кількість залізобактерій у матриксних структурах біореактора.

Умови використання кінетичної моделі. Згідно з даними, наведеними [1; 11; 14; 15; 16] біологічне окиснення заліза можливо у слабокислих та біля нейтральних водах із величинами редокс-потенціалу від -100 до 100 мВ при рН 7,5 та від 100 до 400 мВ при рН 5,5 [1], у присутності залізобактерій, при незначних концентраціях розчиненого кисню. Слід відзначити, що ефективність використання методу залежить від величин бікарбонатної лужності, рН, розчиненого кисню, чисельності залізобактерій, що вносить відповідні межі

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

при його застосуванні. Крім того, для розвитку залізобактерій роду *Gallionella* необхідні розчинений диоксид вуглецю, а для роду *Leptothrix* – розчинені органічні сполуки.

Зауважимо, що для слабокислих вод із низькими значеннями бікарбонатної лужності ($< 2,0$ ммоль/дм³) у присутності гумінових комплексів використання традиційних безреагентних методів є ускладненим [17].

Розроблена модель може бути модифікованою залежно від зміни зовнішніх параметрів якості природних вод.

I. При обробці слабокислих (рН = 5,5–6,5), залізомістких ($\text{Fe}^{2+} > 0,5$ мг/дм³) підземних вод із нормальним лужним резервом ($\text{Л} = 2\text{--}4$ ммоль/дм³), концентрацією диоксиду вуглецю ($\text{CO}_2 > 20$ мг/дм³) та незначним вмістом розчинених органічних речовин за перманганатною окисністю $< 5,0$ мгО₂/дм³ можливе застосування варіанту без додаткового джерела вуглецю.

II. При обробці слабокислих підземних вод із низьким лужним резервом ($\text{Л} < 2,0$ ммоль/дм³) з аналогічними за варіантом (I) показниками якості води рекомендується застосовувати варіант моделі із додатковим джерелом вуглецю у вигляді розчину Na₂CO₃.

III. При обробці слабокислих підземних вод із величиною перманганатної окисності більше 5,0 мгО₂/дм³ в біореакторі буде одночасно спостерігатись наявність консорціумів залізобактерій *Gallionella* та *Leptothrix*. Останні, як відомо, використовують розчинені органічні сполуки для побудови клітинної біомаси, виділяючи при цьому пероксид водню. В цьому випадку можливе додаткове застосування компонента R_{other}.

IV. При обробці нейтральних вод, залежно від величин Eh [1], поряд із біологічними процесами буде відбуватись і хімічне окиснення. При чому, у відповідних межах рН – Eh [1] воно поступово буде превалювати над біологічним. У цьому випадку необхідно враховувати також процес хімічного автокаталітичного окиснення.

V. При обробці підземних вод із рН $> 7,5$ в умовах відсутності розчиненої органіки приймається, що процес хімічного окиснення буде значно превалювати над біологічним.

У процесі роботи біореактора в міжпоровому просторі контактного завантаження відбувається поступове накопичення структур біомінералів, що призводить до його кольматації, збільшення втрат напору та підвищення рівня води. У свою чергу, підвищення рівня води призводить до збільшення величини вільного напору, який компенсує втрати напору при кольматі міжпорового простору і стає величині швидкості проходження водою контактного завантаження. При досягненні максимально допустимих величин заповнення (кольматажу) міжпорового простору контактного завантаження біореактор слід виводити до режиму промивки.

Висновки і пропозиції. Запропонована біохімічна модель описує кінетичні процеси очищення води від сполук заліза залежно від зміни концентрацій заліза, неорганічного вуглецю, чисельності залізобактерій у вихідній воді, а також утворення структур біомінералів закріпленими залізобактеріями з урахуванням збільшення їх концентрації у часі, перенесенням відірваних структур із наступним захопленням їх із потоку та переведенням до статичного стану із поступовим заповненням об'єму міжпорового простору. Комп'ютерна реалізація моделі дозволить прогнозувати зміну ефективності очищення залежно від концентрації іонів Fe²⁺, вмісту залізобактерій, наявності додаткового джерела вуглецю, швидкості фільтрування, а також враховувати зміну показників якості вихідної води.

Список використаних джерел

1. Mouchet P. From Conventional to Biological Removal of Iron and Manganese in France / P. Mouchet // Journal of the American Water Works Association. – 1992. – Vol. 84, no. 4. – Pp. 158–167.
2. Du Toit G. Biological filtration for sustainable treatment of groundwater with high iron content – a case study / G. du Toit, H. Blignaut, B. Theunissen, J. Briggs // Water SA. – 2014.
3. Stum, W., and Lee, G. F. (1961). Oxygenation of ferrous iron, Industrial Eng. Chem. 53, 143–146.

4. Tamura, H., Goto, K., and Nagayama, M. (1976). The effect of ferric hydroxide on the oxygenation of ferrous ions in neutral solutions, *Corrosion science*, 16, 197–297.
5. Barry, R. C., Schnoor, J. L., Sulzberger, B., Sigg, L., and Stumm, W. (1994). Iron oxidation kinetics in an acidic alpine lake. *Wat. Res.* Vol. 28, No. 2, pp. 323–333.
6. Станкявичус В. И. Обезжелезивание воды фильтрованием / В. И. Станкявичус. – Вильнюс : Москалас, 1978. – 117 с.
7. Олейник А. Я. Математическое моделирование процесса удаления железа из природных вод фильтрованием. / А. Я. Олейник, Г. И. Семенко // Химия и технология воды. – 1997. – Т. 19, № 5. – С. 451–457.
8. Киселев С. К. Моделирование и расчеты обезжелезивания воды на очистных фильтрах с учетом изменения гидравлических свойств загрузки : дис. канд. техн. наук : спец. 05.23.04 / Киселев Сергей Константинович ; Киевский национальный ун-т строительства и архитектуры. – К., 2000. – 161 с.
9. Поляков В. Л. До теорії фізико-хімічного знезалізнення підземних вод та її інформаційного забезпечення / В. Л. Поляков, С. Ю. Мартинов // Чиста вода. Фундаментальні, практичні та промислові аспекти : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (26-27 жовтня 2017). – К., 2017. – С. 178–181.
10. Krezhav K. New materials based on biogenic iron oxides: study of composition, features and behavior Biogenic ferroxides. INAA study of laboratory cultivated and natural products of iron oxidizing bacteria (FeOB). The Second International Conference on Radiation add Dosimetry in Various Fields of Reseach. May 27–30. Faculty of Biology, Sofia University.
11. Sjøgaard, G.E. Conditions and rates of biotic and abiotic iron precipitation in selected Danish freshwater plants and microscopic analysis of precipitate morphology / G.E. Sjøgaard, R. Medenwaldt, J.V. Abraham-Peskir // *Water Research*. – 2000. – No. 34 (10). – Pp. 2675–2682.
12. Suzuki, T., Hashimoto, H., Itadani, A., Matsumoto, N., Kunox, H., Takada, J. Silicon and Phosphorus Linkage with Iron via Oxygen in the Amorphous Matrix of *Gallionella ferruginea* Stalks. *Applied and Environmental Microbiology*. – 2012. – Vol. 78, (1). – Pp. 236–241.
13. Graham L.L., Harris R., Villinger W., Beveridge T.J. (1991). Freeze-substitution of Gram-negative eubacteria: general cell morphology and envelop profiles. *J. Bacteriol* 173: 1623–1633.
14. Askerniia A. A. Microbiological aspects of natural underground water deironing and demanganation / A. A. Askerniia, A. Iu. Sorokina, G. A. Dubinina // *Vodosnabzhenie i Sanitarnaia Tekhnika*. – 2014. – No. 12. – Pp. 14–21.
15. *Biological Processes at Saints Hill Water-Treatment Plant, Kent* / F. Bourguine, M. Gennery, J.I. Chapman, H. Kerai, J.G. Green, R.J. Rap, S. Ellis, C. Gaumard // *J. IWEM*. – 1994. – 8 August. – Pp. 379–392.
16. Hallbeck L. Culture parameters regulating stalk formation and growth rate of *Gallionella ferruginea* / Hallbeck L., Pedersen K. // *Journal of General Microbiology*. – 1990. – № 136. – Pp. 1675–1680.
17. Николадзе Г. И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г. И. Николадзе. – М. : Стройиздат, 1978. – 160 с.

References

1. Mouchet, P. (1992). From Conventional to Biological Removal of Iron and Manganese in France. *Journal of the American Water Works Association*, vol. 84, no 4, pp. 158–167.
2. Du Toit, G., Blignaut, H., Theunissen, B., Briggs, J. (2014). Biological filtration for sustainable treatment of groundwater with high iron content – a case study. *Water SA*. Retrieved from <http://www.ozwater.org/sites/all/files/ozwater/079%20%20GDuToit.pdf>.
3. Stumm, W., Lee, G.F. (1961). Oxygenation of ferrous iron. *Industrial & Eng. Chem*, no. 53, pp. 143–146. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/ie50614a030>.
4. Tamura, H., Goto, K., Nagayama, M. (1976). The effect of ferric hydroxide on the oxygenation of ferrous ions in neutral solutions. *Corrosion science*, no. 16, p.197-297.
5. Barry, R.C., Schnoor, J.L., Sulzberger, B., Sigg, L., Stumm, W. (1994). Iron oxidation kinetics in an acidic alpine lake. *Wat. Res.* vol. 28, no. 2, pp. 323–333.
6. Stankiavichus, V.I. (1978). *Obezzhelozivanie vody filtrovaniem [De-ironing of water by filtration]*. Vilnius: Moskalas (in Russian).

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

7. Oleynik, A.Ya., Semenko, G.I. (1997). Matematicheskoe modelirovanie protsessa udaleniia zheleza iz prirodnykh vod filtrovaniem [Mathematical modelling of process of ferrum removal from natural waters by filtration]. *Khimiia i tekhnologiia vody – Chemistry and technology of water*, vol. 19, no. 5, pp. 451–457 (in Russian).

8. Kiselev, S.K. (2000). Modelirovanie i raschety obez-zhelezivaniia vody na ochistnykh filtrakh s uchetom izmeneniia gidravlicheskikh svoistv zagruzki [Modelling and calculations of water deferrization at treatment filters considering changing hydraulic properties of loading]. *Candidate's thesis*. Kiev: Kiev National University of Building and Architecture (in Russian).

9. Polyakov, V.L., Martynov, S.Yu. (2017). Do teorii fizyko-khimichnoho znezalznennia pidzemnykh vod ta yii informatsiinoho zabezpechennia [On theory of physico-chemical deferrization of underground waters and its information support]. Proceeding from *Chysta voda. Fundamentalni, praktichni ta promyslovi aspekty: Materialy V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii – Pure water. Fundamental, applied and industrial aspects: Proceedings of the V International Scientific and Technical Conference* (Kyiv, October 26-27, 2017). Kyiv: National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», pp. 178–181 (in Ukrainian).

10. Krezhov, K. (2014). New materials based on biogenic iron oxides: study of composition, features and behavior Biogenic ferroxides. INAA study of laboratory cultivated and natural products of iron oxidizing bacteria (FeOB). *The Second International Conference on Radiation and Dosimetry in Various Fields of Research, 27th – 30th May, 2014*. Nis: Faculty of Electronic Engineering, University of Nis, Serbia.

11. Sogaard, G.E., Medenwaldt, R., Abraham-Peskir, J.V. (2000). Conditions and rates of biotic and abiotic iron precipitation in selected Danish freshwater plants and microscopic analysis of precipitate morphology. *Water Research*, no. 34(10), pp. 2675–2682.

12. Suzuki, T., Hashimoto, H., Itadani, A., Matsumoto, N., Kunox, H., Takada, J. (2012). Silicon and Phosphorus Linkage with Iron via Oxygen in the Amorphous Matrix of *Gallionella ferruginea* Stalks. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 78, no. 1, pp. 236–241.

13. Graham, L.L., Harris, R., Villinger, W., Beveridge, T. J. (1991). Freeze-substitution of Gram-negative eubacteria: general cell morphology and envelop profiles. *Journal of Bacteriology*, vol. 173, no. 5, pp. 1623–1633.

14. Askerniia, A. A., Sorokina, A. Iu., Dubinina, G. A. (2014). Mikrobiologicheskie aspekty protsessov obez-zhelezivaniia i demanganatsii prirodnykh podzemnykh vod [Microbiological aspects of natural underground water deironing and demanganation]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaia tekhnika – Water Supply and Sanitary Technique*, no. 12, pp. 14–21 (in Russian).

15. Bourguine, F., Gennery, M., Chapman, J.I., Kerai, H., Green, J.G., Rap, R.J., Ellis, S., Gaudard, C. (1994). Biological Processes at Saints Hill Water-Treatment Plant, Kent. *IWEM Journal*, vol. 8, issue 4, pp. 379–391.

16. Hallbeck, L., Pedersen, K. (1990). Culture parameters regulating stalk formation and growth rate of *Gallionella ferruginea*. *Journal of General Microbiology*, no. 136, pp. 1675–1680.

17. Nikoladze, G.I. (1978). *Obez-zhelezivanie prirodnykh i oborotnykh vod [Iron removal of natural and circulating waters]*. Moscow: Stroizdat (in Russian).

UDC 628.15

Alexander Kvartenko, Ihor Prysiazhniuk

MODELLING THE KINETICS OF FERRUM COMPOUNDS REMOVAL IN A BIOREACTOR

Urgency of the research. The analysis carried out of present-day technologies for treating underground waters showed that one of the promising methods was the method of biological deferrization with the help of ferrum bacteria.

Target setting. In connection with the application of the technology of biochemical disinfection of groundwater at the stations under construction, as well as its implementation during the reconstruction of existing stations, the question arose about the further development of the kinetics of the removal process of iron compounds in bioreactors.

Actual scientific researches and issues analysis. Existing mathematical models of ferrum compounds removal describe in the main the physico-chemical processes of the deferrization of uderground waters by the method of simplified aeration-filtration. To the solution of this problem are devoted works by foreign and native scientists.

Uninvestigated parts of general matters defining. Modeling of the kinetics of the process of biochemical extraction of iron compounds in a bioreactor using iron bacteria.

The statement of basic materials. Because of the comprehensive study of the process of biochemical oxidation of iron compounds with the help of iron bacteria, a kinetic model was proposed, the components of which used concentrations of iron, additional inorganic carbon in the source water, as well as the concentration of generated biomins. In addition, the average values of biomass of microorganisms are taken into account in both unit volume of the source water and immobilized in the contact loading of the bioreactor. In contrast to the existing kinetic models, the effect of iron bacteria in the source water was taken into account, on the dynamics of their development in the contact loading of the bioreactor

Conclusions. The proposed biochemical model describes kinetic processes of water treatment from ferrum compounds depending on the changing concentrations of ferrum bacteria which pass through the bioreactor, and also those ones fixed on the surface of the contact loading and formed matrix structures. The computer implementation of the model will permit to foretell the change of treatment efficiency depending on the ions Fe^{2+} concentration, the content of ferrum bacteria, the availability of the additional source of carbon, the filtration rate and also to take into account changing indices of the quality of outlet water.

Key words: iron bacteria; kinetics; convective transport; iron compounds, matrix structures of biominerals

Bibl.: 17.

УДК 628.15

Александр Квартенко, Игорь Присяжнюк

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В БИОРЕАКТОРЕ

По результатам проведенного анализа технологий очистки подземных вод была установлена перспективность применения биохимического метода. Существующие модели в основном описывают процессы абиотического удаления соединений железа. На основе современных концепций в работе рассмотрено моделирование процесса кинетики удаления соединений железа в биореакторе с закрепленными консорциумами железобактерий. При моделировании были учтены ряд значимых факторов: концентрации ионов Fe^{2+} , неорганического углерода, образованных железобактериями матричных структур в двух фазах, а также средние величины биомассы микроорганизмов, как в единице объема исходной воды, так и закрепленной в загрузке биореактора. Кроме того рассмотрена возможность модификации модели в зависимости от параметров качества исходной воды.

Ключевые слова: железобактерии; кинетика; конвективный перенос; соединения железа; структуры биоминералов.

Библ.: 17.

Квартенко Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры водопостачання, водовідведення та бурової справи, Національний університет водного господарства та природокористування (вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028, Україна).

Квартенко Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и бурового дела, Национальный университет водного хозяйства и природопользования (ул. Соборная, 11, г. Ровно, 33028, Украина).

Kvartenko Alexander – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Water Supply, Water Disposal And Drilling Engineering, National University of Water and Environmental Engineering (11 Soborna Str., 33028 Rivne, Ukraine).

E-mail: as-755@rambler.ru

Присяжнюк Ігор Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Рівненський державний гуманітарний університет (вул. Степана Бандери, 12, м. Рівне, Україна).

Присяжнюк Игорь Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры высшей математики, Ровенский государственный университет (ул. Степана Бандеры, 12, м. Ровно, Украина).

Prysiazhniuk Ihor – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Higher Mathematics, Rivne State Humanitarian University (12 Stepan Bandera Str., Rivne, Ukraine).

E-mail: Igorpri79@gmail.com

*Ігор Корнієнко, Олексій Терещук,
Світлана Корнієнко, Артем Кошма*

КОРЕГУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОГОДНИХ УМОВ ДЛЯ ЗИМОВОГО ПЕРІОДУ ЧИЩЕННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ВЕБ-РЕСУРСУ

***Актуальність теми дослідження.** Якісне та своєчасне прибирання вулично-дорожньої мережі міста вимагає великих фінансових та матеріальних витрат. Детальне дослідження т корегування статистичних погодних умов, характерних для міста Чернігова, дозволить зменшити витрати на придбання протижелезних матеріалів.*

***Постановка проблеми.** Детальне дослідження статистичних даних щодо погодних умов утримання вулично-дорожньої мережі за допомогою архівної інформації відкритих веб-ресурсів.*

***Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Пошук способів зниження витрат на прибирання міста здійснюють багато вчених різних країн світу.*

***Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Важливим чинником підготовленості міста до прибирання вулично-дорожньої мережі у зимовий період є заготівля протижелезних реагентів, потреба в яких визначається даними про снігопади та ожеледі. У разі відсутності статистичної інформації щодо погодних умов можна скористатись даними, що наведені в архівах погодних веб-ресурсів.*

***Постановка завдання.** Корегування статистичних даних щодо дорожніх погодних умов зимового періоду в місті Чернігові.*

***Виклад основного матеріалу.** Розглянуто питання уточнення статистичних даних щодо погодних умов утримання вулично-дорожньої мережі за допомогою архівної інформації відкритих веб-ресурсів. Одержана уточнена інформація, що може слугувати основою для розрахунку витрат та закупівлі фрикційних матеріалів і реагентів на зимовий період. Показано механізм уточнення статистичних даних щодо погодних умов на прикладі міста Чернігова. Розраховані погодні статистичні дані для утримання вулично-дорожньої мережі міста Чернігова.*

***Висновки.** Проведений аналіз погодних факторів у зимовий період на основі даних відкритих веб-ресурсів свідчить про необхідність корегування статистичних даних для Чернігівського регіону, які наведені у чинних нормативних документах.*

***Ключові слова:** прибирання вулично-дорожньої мережі; погодні умови; зимовий період.*

Табл.: 2. Рис.: 6. Бібл.: 10.

Постановка проблеми. Якісне та своєчасне прибирання вулиць і доріг міста відповідно до прийнятих національних стандартів, особливо в зимовий період, є складним завданням, обтяженою часовим ресурсом, екстремальними подіями, що викликані негодою та значними фінансовими затратами. Організація зимового прибирання вулично-дорожньої мережі міста передбачає етапи підготовки, під час яких здійснюється заходи з планування, підготовки технічних засобів, навчання персоналу, заготівлі протижелезних реагентів та фрикційних матеріалів тощо.

Основою для планування кількості протижелезних засобів є лінійно-площадні параметри вулично-дорожньої мережі, норми витрат протижелезних засобів на одиницю площі та середньостатистичні дані щодо погодних умов під час зимового сезону в регіоні. Достовірність цих даних є важливим чинником, адже нестача таких матеріалів під час закінчення зимового сезону, коли часто трапляються випадки негоди, унеможливить процес прибирання доріг та паралізує автомобільний рух у місті. З іншого боку, слід уникати надмірного заготування таких продуктів через чималу вартість та витрати, пов'язані з їх зберіганням.

Зважаючи на усереднені дані Українського гідрометеорологічного центру щодо кліматичних умов у зимовий період за адміністративно-територіальним поділом України прогнозування закупівлі та витрат протижелезних матеріалів регламентуються технічними правилами [1], а основні співвідношення, що визначають обсяги заготування протижелезних матеріалів рекомендуються у [2]. Проте при виконанні авторами досліджень з оптимізації мережі прибирання вулиць та доріг міста Чернігова виявлена певна невідповідність прогнозованих погодних умов для Чернігівського регіону та даних, наведених у [1]. Тому виникла необхідність детального дослідження та корегування статистичних погодних умов, характерних для міста Чернігова.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині існують відповідні нормативні акти та методичні рекомендації з організації утримання, і в тому числі прибирання вулично-

дорожньої мережі, що дозволяє сформувавши загальний підхід до здійснення організаційних заходів, формування системи вимог та правил виконання прибирання, основних співвідношень між розмірами об'єкта прибирання та кількістю і складом прибиральної техніки, а також нормами на витратні засоби. За останній час проведені наукові дослідження, наприклад [3], з метою визначення або уточнення параметрів і характеристик вулично-дорожньої мережі, нормативних значень витрат часу або матеріалів на прибирання, порівняння якісних характеристик матеріалів для обробки дорожнього полотна. Такі норми і дослідження дозволяють сформувавши вимоги для задачі оптимізації прибирання вулично-дорожньої мережі, а також можуть бути застосовані для розв'язування інших задач з утримання міста, таких як збір та утилізація твердих побутових відходів [4–7].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Важливим чинником підготовленості міста до прибирання вулично-дорожньої мережі у зимовий період є заготівля протижеледних реагентів, потреба в яких визначається даними про снігопади та ожеледі, що регламентуються відповідними методичними рекомендаціями або середньостатистичними показниками погодних умов, зібраних за останнє десятиріччя. Використання натурних спостережень здійснюється за умови явних відхилень даних у нормативних документах до фактичних погодних умовах. У разі відсутності статистичної інформації щодо погодних умов можна скористатися даними, що наводяться в архівах погодних веб-сервісів.

Мета статті. Корегування статистичних даних щодо дорожніх погодних умов зимового періоду у місті Чернігові.

Виклад основного матеріалу досліджень. Відповідно до [1] для прогнозування обсягів заготівлення протижеледних матеріалів у Чернігівському регіоні пропонуються використовувати статистичні дані, що подані у табл. 1. Для порівняння наведено також дані за суміжними з Чернігівською та іншими північними областями України.

Таблиця 1

Усереднені дані Українського гідрометеорологічного центру щодо кліматичних умов у зимовий період за адміністративно-територіальним поділом України

| Адміністративно-територіальний поділ України | Кількість випадків ожеледі, дні | | Снігопади при температурі, °С | | | | | | | | | | Максимальна кількість опадів у вигляді снігу за добу ⁻¹ , мм | Максимальна кількість днів зі снігопадом поспіль, шт. |
|--|---------------------------------|------|-------------------------------|---|---------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|-----------------|---------------------------------|---------------------------|---|---|
| | | | від 0 до мінус 6 | | | | | від мінус 6 до мінус 18 | | | | | | |
| | тривалістю, год | | всього | у тому числі кількість з інтенсивністю, шт. | | | | всього | у тому числі кількість з інтенсивністю, шт. | | | | | |
| | | | | до 3 | понад 3 | кількість, шт./тривалість, год. | від 5 мм/год до 10 мм/год | | від 10 мм/год до 30 мм/год | понад 30 мм/год | кількість, шт./тривалість, год. | від 5 мм/год до 10 мм/год | | |
| Чернігівська | 7,63 | 1,14 | 6,49 | 1,7/7,9 | 1,4 | 0,2 | 0,1 | 0,4/2 | 0,3 | 0,05 | 0,05 | 35,2 | 2 | |
| Київська | 16,3 | 2,4 | 13,9 | 16,1/88,9 | 10,5 | 4 | 1,6 | 4/22,2 | 2,6 | 1 | 0,4 | 27,2 | 2 | |
| Сумська | 4,3 | 0,6 | 3,7 | 3,7/17,4 | 2,4 | 0,9 | 0,4 | 0,9/4,3 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 34 | 2 | |
| Черкаська | 13 | 2 | 11 | 5,7/36 | 4,8 | 0,6 | 0,3 | 1,4/9 | 1,2 | 0,1 | 0,1 | 28,6 | 2 | |
| Полтавська | 13,6 | 2 | 11,6 | 12,4/80,7 | 8,1 | 3,1 | 1,2 | 3,1/20,2 | 2 | 0,8 | 0,3 | 31,4 | 2 | |
| Харківська | 9,8 | 1,5 | 8,3 | 7,2/43,9 | 4,7 | 1,8 | 0,7 | 1,8/11 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 29,4 | 2 | |
| Житомирська | 14,8 | 2,2 | 12,6 | 15,9/110,5 | 10,3 | 4 | 1,6 | 4/27,6 | 2,6 | 1 | 0,4 | 31 | 2 | |

Викликають певні сумніви наведені у табл. 1 статистичні дані щодо кількості снігопадів для Чернігова – 1,7 та 0,4 – для різних температурних діапазонів 0...-6 °С та -6...-18 °С через заниження статистичних показників. Також, на нашу думку, підлягають ретельній перевірці статистична кількість випадків ожеледі.

Для уточнення метеорологічних дорожніх умов скористаємося веб-сервісом з доступним архівом погодних даних з інтернет-ресурсу «Розклад погоди RP5» [8]. Аналіз погодних умов виконувався за період з 1 січня 2005 року по 30 травня 2017 року.

Визначальними для варіантів зимового прибирання вулично-дорожньої мережі міста є такі події та їх характеристики: снігопад; ожеледь; ожеледиця; хуртовина.

У зв'язку з тим, що архівні дані не містять відомостей про фактичне випадіння снігу або ожеледь, то моделювання таких подій виконувалося з наступних міркувань. Вимоги щодо чищення снігу визначаються товщиною ще неущільненого снігового шару, що випав. Відповідно до даних метеопрогнозів, облік опадів у вигляді снігу ведеться в мм розталого снігу. Коефіцієнт приведення до товщини снігового шару визначається як: 1 мм талого снігу – 1,0...1,5 см снігового покриву (залежно від структури крижинок). Для обліку статистичних показників періодів чищення від снігу було обране середнє значення товщини снігового шару 1,25 см на 1 мм талого снігу.

Відомості щодо кількості випадків зимової слизькості у відкритому доступі відсутні, тому постала необхідність моделювання ситуацій виникнення такого явища. У міських умовах температура снігу і льоду на дорогах може бути значно вищою температури повітря в зв'язку з тим, що вони отримують значну кількість тепла з ґрунту від численних підземних споруд, а в ясні дні – від сонячного випромінювання. Особливо слід зважати на цю обставину на асфальтобетонних покриттях, які добре поглинають сонячну енергію крізь тонку крижану плівку [9].

При моделюванні зимової слизькості ми враховували такі погодні фактори утворення ожеледі та ожеледиці:

- а) лід, який утворився в результаті випадання дощу і мокрого снігу:
 - поступове зниження атмосферного тиску протягом доби;
 - одночасне збільшення вологості (більше 90 %) і температури навколишнього середовища (від -5 до +3 градусів);
 - випадання дощу або мокрого снігу;
- б) лід на дорозі без дощу та мокрого снігу з'являється в результаті таких погодних факторів:
 - підвищення тиску повітря в атмосфері в період тривалих опадів;
 - ясне і безхмарне небо наступного дня після випадання снігу;
 - низька вологість повітря;
 - перепади температури протягом доби (вночі мороз, а вдень відлига);
- в) ожеледь при мінусових значеннях повітря:
 - температура від -2 до -6 С°;
 - вологість повітря коливається в межах 65–85 %;
- г) утворення «чорного льоду» («чорний лід» є результатом охолодження випарів повітря, змішаних з інеєм і памороззю, які опускаються на сухе дорожнє покриття, утворюючи крижану кірку). Ця кірка дуже прозора і практично непомітна на дорозі, тому і має назву «чорний лід». Для формування «чорного льоду» необхідні такі погодні умови:
 - дуже ясне небо;
 - мороз нижче -5 С°;
 - повна відсутність поривів вітру;
 - рівень вологості в повітрі більше 95 %.

Найчастіше такий вид ожеледиці з'являється в прибережних районах у результаті ранкового руху теплої маси повітря з моря на берег, де температура повітря набагато нижча. «Чорний лід» часто утворюється на мостах через водойми, а також поблизу великих теплоелектростанцій і підприємств, які випаровують у навколишнє середовище.

Критичною температурою для появи ожеледі є 0 °С, а максимальна імовірність появи ожеледі спостерігається при коливаннях температури від -3 до +3 °С [10].

У суху морозну погоду при майже постійній температурі на абсолютно чистих від снігу дорогах ожеледь не утворюється, і такі дороги безпечні для нормального руху транспорту та пішоходів.

За результатами моделювання для всіх аналізованих зимових сезонів були побудовані графіки температурного режиму, опадів з накопиченням снігового шару та сприятливими умовами для виникнення зимової слизькості (фрагменти графіків наведені на рис. 1 і 2 відповідно).

Температурний режим: зимовий період 2007-2008 рр.

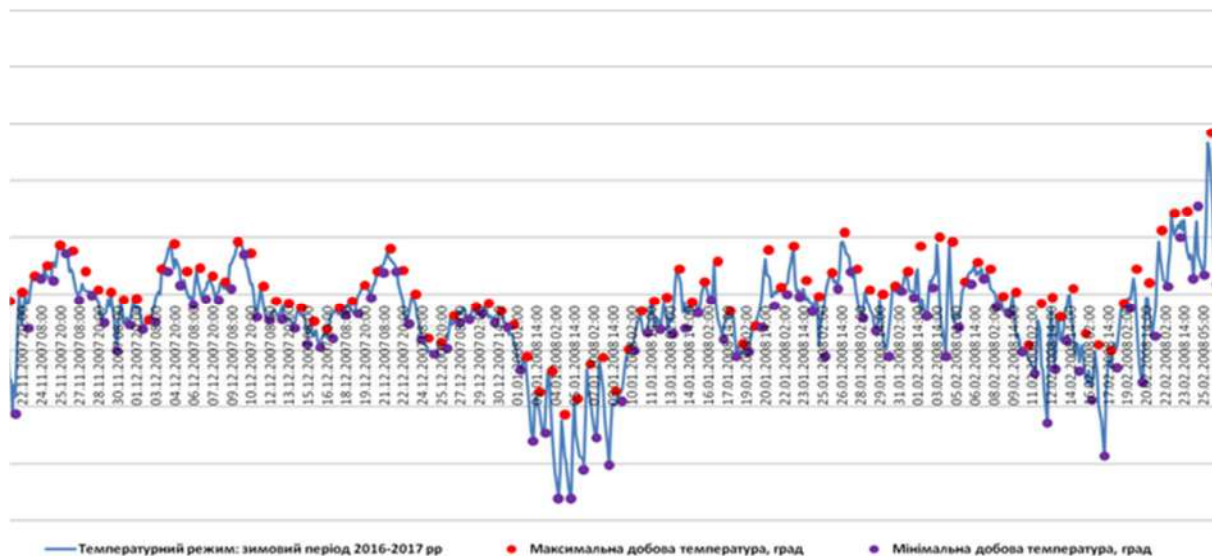


Рис. 1. Фрагмент температурного графіка зимового сезону

Опади, снігопади та дорожня слизькість: зимовий період 2007-2008 рр.

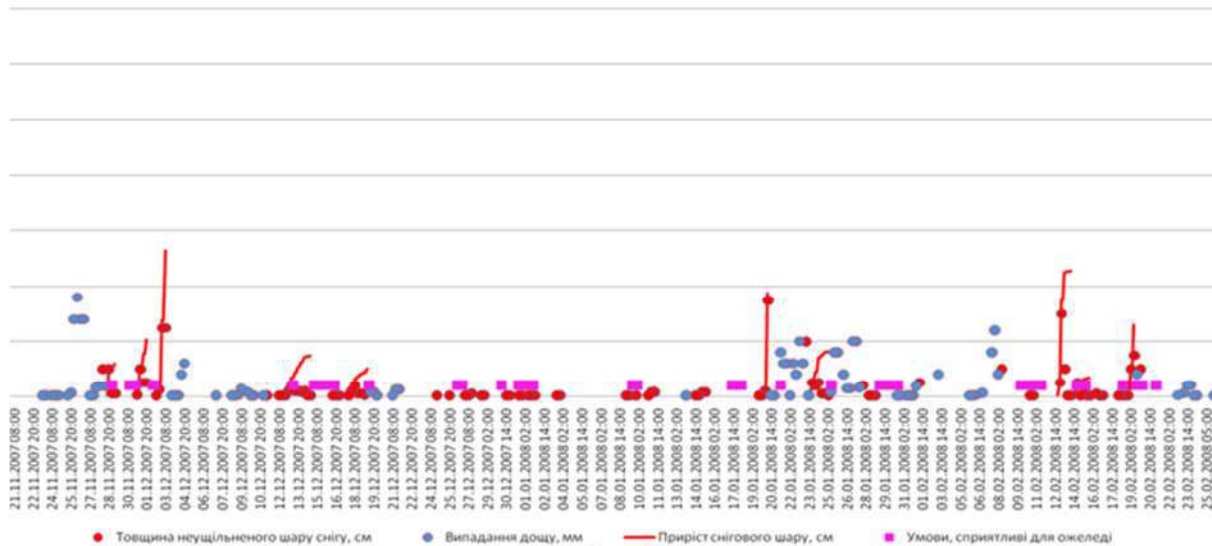


Рис. 2. Фрагмент графіку накопичення випадіння та накопичення снігу та утворення зимової слизькості

Дані, що одержані з веб-ресурсу, відбивали фактичні вимірювання з інтервалом у 3 години, що дозволило моделювати зміну погодних явищ протягом доби. Накопичення снігового шару під час снігопаду здійснювалось протягом безперервного випадіння опадів (декількох періодів вимірювань) за від’ємної температури повітря, інакше вважалось,

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

що або йде дощ, або сніг на дорогах прибирається і його накопичення не відбувається. Прибирання снігу визначено вимогами до системи утримання вулично-дорожньої мережі, де прибирання снігу, що випав, починається одразу після закінчення снігопаду та має нормативні показники на прибирання від 4 до 6 годин залежно від класу дороги.

Утворення зимової слизькості моделювалося виконанням відповідних умов, наведених вище. Час існування зимової слизькості фіксувався за збереженням умов протягом декількох періодів вимірювань. Якщо такі умови не зберігалися, вважалося, що ожеледь існує менше 3 годин.

Узагальнені та осереднені результати моделювання погодних умов, що регламентують режими прибирання вулично-дорожнього покриття в зимовий період наведені у табл. 2.

Таблиця 2

*Узагальнені та осереднені значення погодних умов
зимових періодів 2005-2017 років*

| Зимовий період | Сумарна товщина неущільненого снігового шару, що випала за сезон, см | Загальна кількість випадків випадіння снігу за сезон, см | | | | | Тривалість снігопадів, діб (з перервами, що не перевищують 4 годин) | | | Кількість снігопадів з різною інтенсивністю (за максимальним значенням під час снігопаду, см/год) | | | | | Сприятливі умови для виникнення зимової слизькості | | |
|-------------------------|--|--|------------|-------------|------------|------------|---|------------|------------|---|------------|------------|------------|--------------------------------|--|------------------------------------|-------------|
| | | Разом | 0<...<2 | >2 | >5 | >20 | 0<...<2 | 2<...<4 | >4 | <0,5 | 0,5-1 | 1-3 | >3 | Разом з інтенсивн. >0,5 см/год | Разом | Тривалість сприятливих умов, годин | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | <3 | >3 |
| 2016/17 | 198 | 25 | 13 | 12 | 9 | 5 | 8 | 4 | 3 | 14 | 5 | 5 | 1 | 11 | 31 | 20 | 13 |
| 2015/16 | 99 | 14 | 6 | 8 | 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 7 | 2 | 3 | 2 | 7 | 18 | 8 | 10 |
| 2014/15 | 64 | 16 | 6 | 10 | 4 | 0 | 6 | 2 | 0 | 8 | 3 | 5 | 0 | 8 | 29 | 17 | 13 |
| 2013/14 | 73 | 11 | 2 | 9 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 5 | 3 | 2 | 1 | 6 | 10 | 4 | 7 |
| 2012/13 | 264 | 24 | 4 | 20 | 14 | 4 | 4 | 1 | 0 | 11 | 4 | 11 | 2 | 17 | 30 | 25 | 10 |
| 2011/12 | 161 | 15 | 2 | 13 | 5 | 2 | 5 | 4 | 1 | 10 | 1 | 4 | 0 | 5 | 26 | 20 | 10 |
| 2010/11 | 158 | 26 | 9 | 17 | 7 | 1 | 4 | 1 | 1 | 19 | 3 | 4 | 0 | 7 | 23 | 15 | 13 |
| 2009/10 | 346 | 27 | 6 | 21 | 13 | 6 | 3 | 7 | 1 | 14 | 4 | 6 | 3 | 13 | 20 | 13 | 10 |
| 2008/09 | 164 | 17 | 1 | 16 | 10 | 2 | 7 | 2 | 2 | 10 | 5 | 2 | 0 | 7 | 27 | 17 | 16 |
| 2007/08 | 147 | 20 | 4 | 16 | 7 | 2 | 3 | 3 | 0 | 13 | 2 | 5 | 0 | 7 | 26 | 17 | 15 |
| 2006/07 | 142 | 17 | 3 | 14 | 10 | 0 | 6 | 0 | 0 | 10 | 4 | 3 | 0 | 7 | 17 | 12 | 9 |
| 2005/06 | 225 | 30 | 8 | 22 | 15 | 1 | 4 | 5 | 1 | 17 | 2 | 9 | 2 | 13 | 34 | 18 | 22 |
| Середнє значення | 170,1 | 20,2 | 5,3 | 14,8 | 8,6 | 2,2 | 4,6 | 2,8 | 0,8 | 11,5 | 3,2 | 4,9 | 0,9 | 9,0 | 24,3 | 15,5 | 12,3 |

Розподіл статистичних даних різних погодних факторів по роках наведений на графіках рис. 3–6.

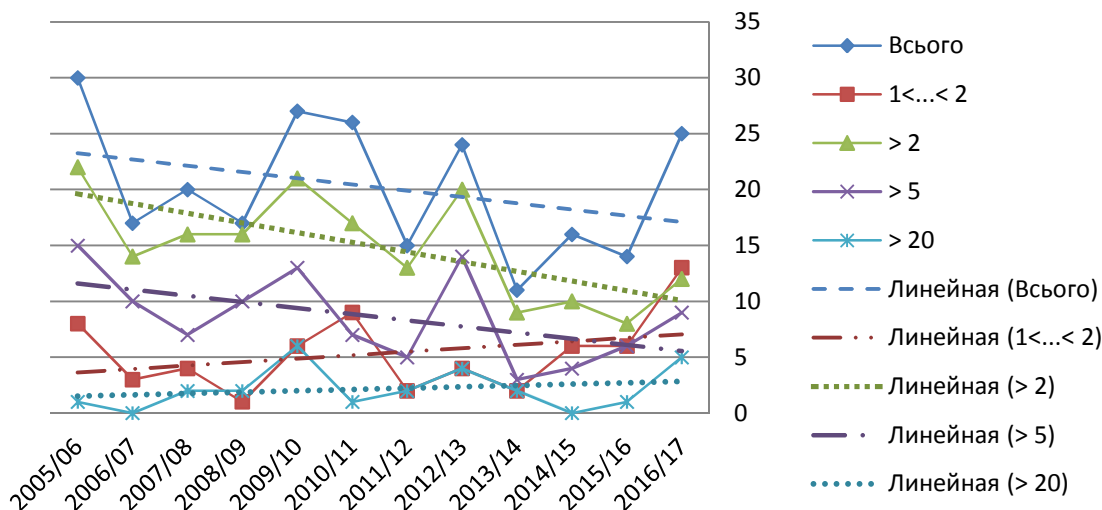


Рис. 3. Загальна кількість випадків випадіння снігу у зимові сезони за роками та категоріями товщини неуцільненого снігового шару, см

З графіків рис. 3 видно, що загальна кількість снігопадів має тенденцію до зменшення, проте існують періодичні коливання з інтервалом 2–4 роки. Через суттєвий розкид параметрів важко передбачити можливу кількість снігопадів з великою імовірністю, яка потрібна для визначення кількості матеріалів при підготовці до зимового сезону, проте можна визначити верхню оцінку, за якої імовірність перевищення кількості снігопадів є достатньо низькою. Так, з імовірністю 0,95 можна стверджувати, що загальна кількість снігопадів не перевищить 29,7 за зимовий сезон, а з імовірністю 0,9 не перевищить 27,6 снігопадів.

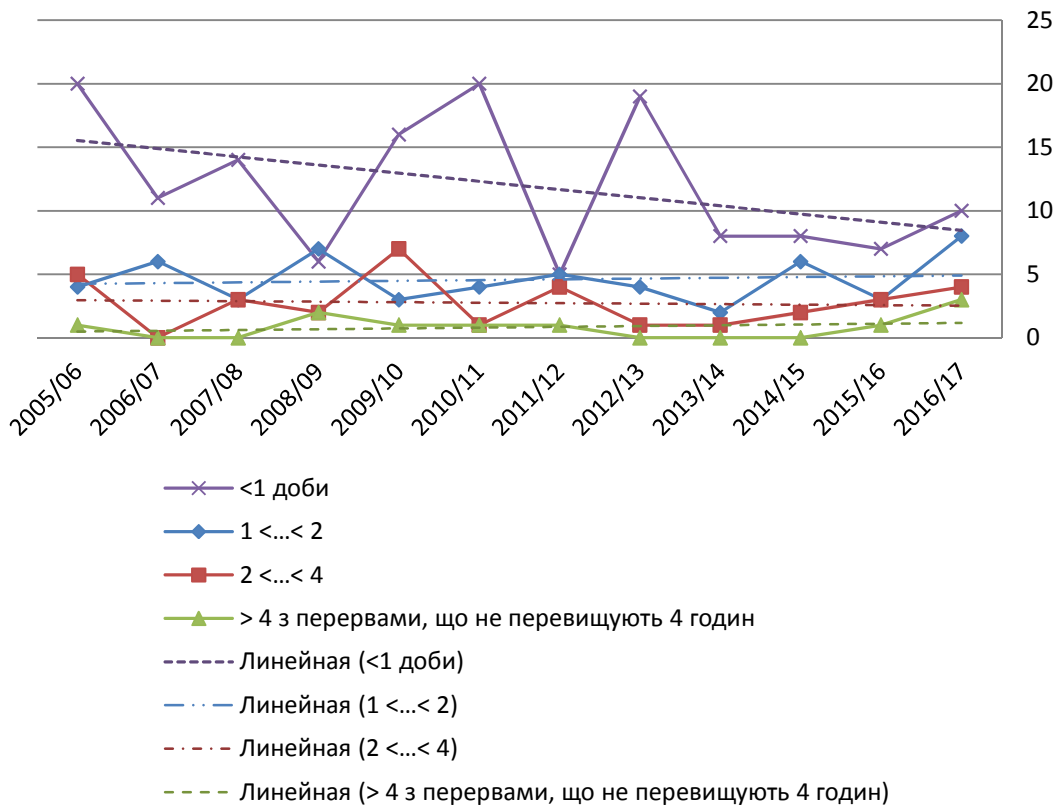


Рис. 4. Кількість снігопадів з різною тривалістю у зимові сезони за роками та категоріями тривалості (у добах)

Щодо кількості потужних снігопадів зауважимо, що лінія тренду на графіку рис. 4 свідчить про їх незмінну середньостатистичну величину протягом досліджуваного періоду. Кількість помірних снігопадів має тенденцію до зменшення, проте кількість снігопадів, з невеликим випадінням снігу (до 0,5 см) навпаки має тенденцію до зростання.

Аналіз кількості снігопадів з різною тривалістю (рис. 4) показує, що частіше відбуваються нетривалі снігопади (менше 1 доби). Найрідшими є тривалі снігопади, що йдуть більше 4 діб з перервами, що не перевищують 4 годин (інтенсивність випадання снігу під час снігопаду не враховувалась). Прогнозні тенденції на майбутнє показують, що незважаючи на розкид кількості снігопадів за категоріями тривалості тенденції на загальну кількість тривалих снігопадів (тривалістю більше 1 доби) не змінюється. Однак спостерігається деяке зниження кількості нетривалих снігопадів.

Аналіз кількості снігопадів з різною інтенсивністю дозволяє зробити висновки (рис. 5) щодо тенденції зменшення середньої кількості снігопадів малої інтенсивності (< 0,5 см/год). Проте статистика снігопадів середньої та великої інтенсивності свідчить, що в середньому кількість таких снігопадів залишається незмінною. Це свідчить про те, що в перспективі кількість застосувань комбінованого механохімічного способу очистки в середньому залишається незмінною, однак кількість прогонів техніки з плужно-щітковою очисткою снігу буде зменшуватись.

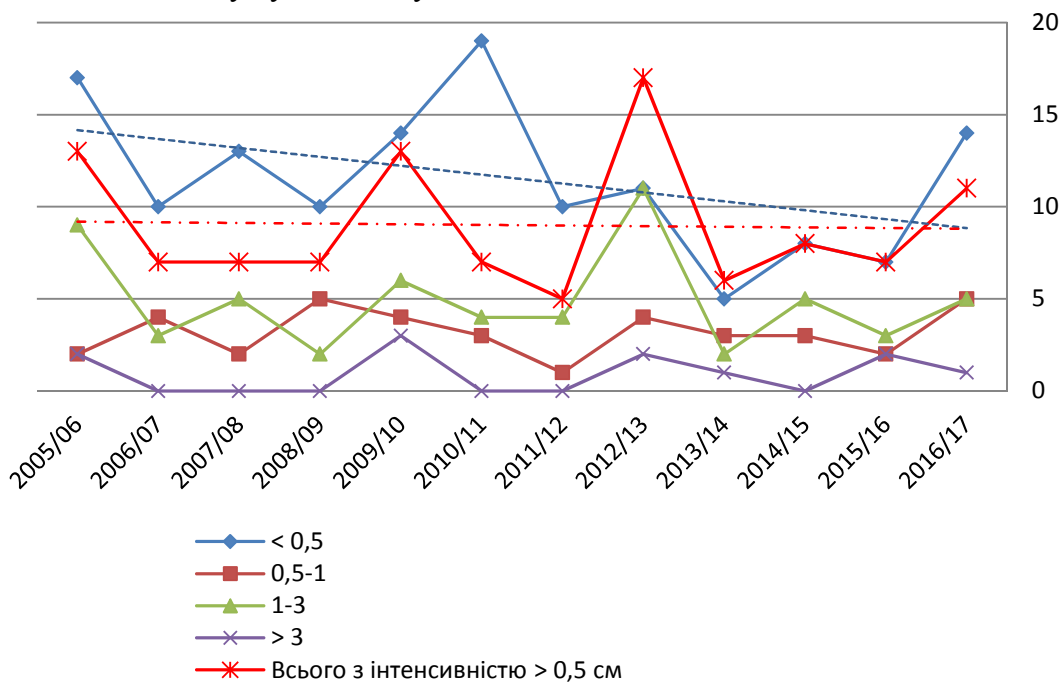


Рис. 5. Розподіл кількості снігопадів з різною інтенсивністю за роками та категоріями (см/год)

Щодо кількості днів, де формувалися сприятливі умови для виникнення ожеледі або ожеледиці (рис. 6), то спостерігається тенденція невеликого зменшення таких випадків, причому зменшення кількості випадків для нетривалої ожеледиці (< 3 годин) майже не помітно, а кількість тривалої ожеледиці (> 3 годин) має тенденцію до зменшення.

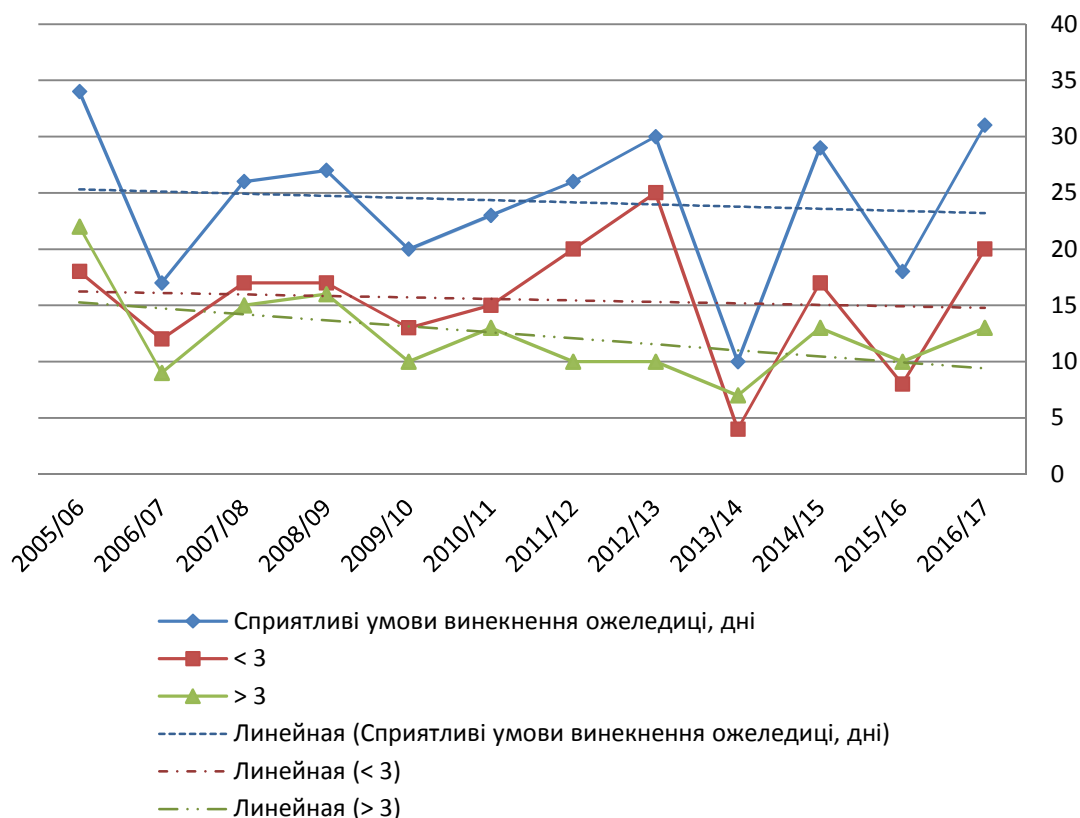


Рис. 6. Кількість днів сприятливих погодних умов для виникнення зимової слизькості

Висновки і пропозиції. Узагальнений висновок, який можна зробити щодо змін основних показників, які визначають режими прибирання таких, то зими стають більш м'якими (про що свідчать лінії трендів). Підвищення середньої температури призводить до частішого коливання температури близько 0°C у ранковий та вечірній час. Це сприятиме виникненню нетривалої ожеледиці, але зменшує середньостатистичну кількість тривалої зимової слизькості доріг. Таке явище, з одного боку, зменшує кількість витрат та зусиль на подолання льодового шару, що утворюється під час тривалої ожеледиці, а з іншого – робить небезпечним для руху явище раптового виникнення ожеледі.

Стосовно випадіння снігу й утворення снігового шару, то досвід прибирання доріг свідчить, що неущільнений сніговий шар товщиною до 2-х сантиметрів при обробці його реагентами (для запобігання утворення ожеледі та накату) під час механохімічного способу прибирання та відсутності повторного випадіння снігу і температури нижчої за $-6...-10^{\circ}\text{C}$ тане під колесами автомобілів, що не викликає необхідності його чищення. З урахуванням цього, осереднена загальна кількість снігопадів у Чернігові (таблиця 2) наближена до показників Київської та Житомирської областей (таблиця 1). Дещо перевищена кількість прогнозованих випадків зимової слизькості у порівнянні з табличними даними пов'язана саме з прогнозними, а не фактичними даними, за спостереженнями кількість випадків попередження про можливу ожеледь завжди менша за кількість фактично виниклих.

Отже, проведений аналіз погодних факторів у зимовий період на основі відкритих даних Веб-ресурсів свідчить про необхідність коригування статистичних даних для Чернігівського регіону, які наведені у чинних нормативних документах.

Одержані статистичні результати дозволяють скоригувати розрахунок матеріалів та засобів для успішного вирішення задачі утримання вулично-дорожньої мережі в зимовий період.

Список використаних джерел

1. *Технічні правила ремонту і утримання вулиць та доріг населених пунктів* [Електронний ресурс] : Наказ від 14.02.2012 № 54 / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Режим доступу : zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0365-12.

2. *Методичні рекомендації з прибирання території об'єктів благоустрою населених пунктів* [Електронний ресурс] : Наказ від 07.07.08 № 213 / Міністерство з питань житлово-комунального господарства України. – Режим доступу : blagoustruy.info/media/legislation/10082b78-62d1-4e97-b971-00ce91349f17.doc.

3. *Корнієнко І.* Обґрунтування методики визначення вихідних параметрів для оптимізації мережі механізованого прибирання вулиць населеного пункту / І. Корнієнко, С. Корнієнко, А. Кошма, О. Богукалець, В. Ярова // *Технічні науки та технології : науковий журнал.* – 2017. – № 3 (9). – С. 179–188.

4. *Корнієнко І. В.* Стан і напрями розв'язання проблеми утилізації екологічно небезпечних побутових відходів / І. В. Корнієнко, А. І. Кошма // *Чернігівський науковий часопис. Серія 2: Техніка і природа.* – 2012. – № 1 (3). – С. 122–127.

5. *Корнієнко І. В.* Декомпозиція задачі формування просторової структури мережі збору побутових відходів / І. В. Корнієнко, А. І. Кошма // *Технічні науки та технології : науковий журнал.* – 2015. – № 1 (1). – С. 113–118.

6. *Корнієнко І. В.* Розробка моделі мережі роздільного збирання твердих побутових відходів / І. В. Корнієнко, С. П. Корнієнко, А. І. Кошма // *Технічні науки та технології : науковий журнал.* – 2016. – № 1 (3). – С. 122–130.

7. *Корнієнко І. В.* Моделювання інтенсивності надходження твердих побутових відходів до контейнерних майданчиків / І. В. Корнієнко, С. П. Корнієнко, А. І. Кошма // *Технічні науки та технології : науковий журнал.* – 2016. – № 2 (4). – С. 110–117.

8. *RP5.UA.* Розклад погоди [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://rp5.ua>.

9. *Кралин А. К.* Возникновение зимней скользкости дорог и свойства льда [Електронний ресурс] / А. К. Кралин, С. А. Шаймухаметов // *Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури.* – 2016. – Вип. 6. – С. 115–121. – Режим доступу : http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vdnaba_2016_6_21.pdf.

10. *Ellis, N. G.* Weather and Traffic / N. G. Ellis // *The Journal of the Institution of Highway Engineers.* – 2000. – № 10. – Pp. 31–36.

References

1. *Tekhnichni pravyla remontu i utrymannia vulyts ta dorih naselenykh punktiv* : *Nakaz vid 14.02.2012 № 54* [Technical rules for the repair and maintenance of streets and roads of settlements : *Order dated February 14, 2012 No. 54*]. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0365-12>.

2. *Metodychni rekomendatsii z prybyrannia terytorii ob'ektiv blahoustroiu naselenykh punktiv: Nakaz vid 07.07.08 № 213* [Methodical recommendations for cleaning the territory of the objects of improvement of settlements: *Order dated 07.07.08 № 213*]. Retrieved from <http://blagoustruy.info/media/legislation/10082b78-62d1-4e97-b971-00ce91349f17.doc>.

3. Korniienko I., Korniienko S., Koshma A., Bohukalets O., Yarova V. (2017). Obgruntuvannia metodyky vyznachennia vykhidnykh parametriv dlia optymizatsii merezhi mekhanizovanoho prybyrannia vulyts naselenoho punktu [The substantiation of the methodology of determination of output parameters for optimization of the network of mechanized cleaning up of streets of settlements]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, № 3 (9), pp. 179–188 (in Ukrainian).

4. Korniienko, I.V., Koshma, A.I. (2012). Stan i napriamy rozv'iazannia problemy utylizatsii ekolohichno nebezpechnykh pobutovykh vidkhodiv [Status and directions of the solution of the problem of utilization of environmentally hazardous household waste]. *Chernihivskyi naukovyi chasopys. Seriya 2: Tekhnika i pryroda – Scientific e-journal. Series 2. Technique and nature: collected scientific articles*, № 1 (3), pp. 122–127 (in Ukrainian).

5. Korniienko, I.V., Koshma, A.I. (2015). Dekompozytsiia zadachi formuvannia prostorovoi struktury merezhi zboru pobutovykh vidkhodiv [Decomposition of the problem of formation of the spatial structure of the network household waste disposal]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, № 1 (1), pp. 113–118 (in Ukrainian).

6. Korniienko, I.V., Korniienko, S.P., Koshma, A.I. (2016). Rozrobka modeli merezhi rozdilnoho zbyrannia tverdykh pobutovykh vidkhodiv [Developing a model network of separate collection of solid waste]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, № 1 (3), pp. 122–130 (in Ukrainian).

7. Korniienko, I.V., Korniienko, S.P., Koshma, A.I. (2016). Modeliuvannia intensyvnosti nadkhozhenia tverdykh pobutovykh vidkhodiv do konteinernykh maidanchykyv [Simulation intensity flow of solid waste to the container sites]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, № 2 (4), pp. 110–117 (in Ukrainian).

8. RP5.UA. Rozklad pohody [RP5.UA. Reliable prognosis]. Retrieved from <http://rp5.ua>.

9. Kralyn, A.K., Shaimukhametov, S.A. (2016) Voznyknovenye zymnei skolzkosty doroh y svoistva lda [Appearance of winter slipperiness of roads and ice properties]. *Visnyk Donbaskoi natsionalnoi akademii budivnytstva i arkhitektury – Bulletin of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*, № 6, pp. 115-121. Retrieved from http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?c21com=2&i21dbn=ujrn&p21dbn=ujrn&image_file_download=1&image_file_name=pdf/vdnaba_2016_6_21.pdf.

10. Ellis, N. G. Weather and Traffic [2010]. *The Journal of the Institution of Highway Engineers*, № 1, pp. 31–36.

UDC 711.4

*Ihor Korniienko, Oleksii Tereshchuk,
Svitlana Korniienko, Artem Koshma*

CORRECTION OF STATISTICAL INDICATORS FOR WEATHER CONDITIONS FOR THE WINTER PERIOD OF CLEARING THE HIGH-ROAD NETWORK USING WEB-RESOURCES DATA

Urgency of the research. *Quality and timely cleaning of the road network of the city requires large financial and material costs. Detailed research and statistical adjustments weather conditions characteristic of Chernihiv city will reduce the cost of purchasing antiglaze materials.*

Target setting. *Detailed study of statistical data on weather conditions of the maintenance of the street-road network with the help of archival information of open Web-resources.*

Actual scientific researches and issues analysis. *Finding ways to reduce the cost of cleaning the city is carried out by many scientists from different countries of the world.*

Uninvestigated parts of general matters defining. *An important factor in the city's readiness to clean the street-road network in the winter is the harvesting of anti-icing reagents, the need for which is determined by snow and ice data. In the absence of statistical information on weather conditions, you can use the data provided in the archives of weather Web services.*

The research objective. *Adjustment of the statistical data on road weather conditions of the winter period in the city of Chernihiv.*

The statement of basic materials. *The issue of refinement of statistical data on the weather conditions of the maintenance of the street-road network with the help of archival information of open Web-resources is considered. The updated information is obtained, which can serve as the basis for calculating costs and purchasing friction materials and reagents for the winter period. The mechanism of refinement of statistical weather data on the example of the city of Chernihiv is shown. The weather statistics for the maintenance of the streets and road network of the city of Chernihiv are calculated.*

Conclusions. *The conducted analysis of weather factors in the winter period based on open data of Web resources indicates the need to adjust the statistical data for the Chernihiv region, which are given in the current normative documents.*

Key words: *cleaning of the street-road network; weather conditions; winter period.*

Tabl.: 2. Fig.: 6. Bibl.: 10.

*Игорь Корниенко, Алексей Терещук,
Светлана Корниенко, Артем Кошма*

КОРРЕКТИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА ОЧИСТКИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ВЕБ-РЕСУРСА

Рассмотрен вопрос уточнения статистических данных относительно погодных условий содержания улично-дорожной сети с помощью архивной информации открытых веб-ресурсов. Полученная уточненная информация, которая может служить основой для расчета затрат и закупки фрикционных материалов и реагентов на зимний период. Показан механизм уточнения статистических данных погодных условий на примере города Чернигова. Расчитаны погодные статистические данные для содержания улично-дорожной сети города Чернигова.

Ключевые слова: уборка улично-дорожной сети; погодные условия; зимний период.

Табл.: 2. Рис.: 6. Библ.: 10.

Корнієнко Ігор Валентинович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

Корниенко Игорь Валентинович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

Korniienko Ihor – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geodesy, Cartography and Land Management, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 1400 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: cornel@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9105-0780>

Терещук Олексій Іванович – кандидат технічних наук, доцент, директор навчально-наукового інституту будівництва, професор кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

Терещук Алексей Иванович – кандидат технических наук, доцент, директор учебно-научного института строительства, профессор кафедры геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

Tereshchuk Oleksii – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Director of Education and Research Institute of Construction, Professor of the Department of Geodesy, Cartography and Land Management, Chernihiv National Technological University (4 Belova Str., 1400 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: olexter1957@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6433-9351>

Корнієнко Світлана Петрівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

Корниенко Светлана Петровна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

Korniienko Svitlana – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 1400 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: cornel@ukr.net

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9162-1229>

Кошма Артем Іванович – викладач кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

Кошма Артём Иванович – преподаватель кафедры геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

Koshma Artem – Teacher of the Department of Geodesy, Cartography and Land Management, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 1400 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: akoshma@gmail.com

УДК 528.3

DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-266-276

Сергій Крячок, Людмила Мамонтова, Роман Гайструк

ВИЗНАЧЕННЯ СТАЛОЇ ВІДДАЛЕМІРА ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА З ВИКОРИСТАННЯМ НОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПРИВ'ЯЗКИ ДО СТІННИХ ЗНАКІВ

Актуальність теми дослідження. Важливою частиною геодезичних робіт є вимірювальні лінії. Лінійні вимірювання виконуються під час будівництва геодезичних мереж, топографічного обстеження, інженерно-геодезичні роботи, тому для забезпечення надійних результатів лінійне вимірювання є невідкладним завданням.

Але GPS-позионування має і свої недоліки. Застосування GPS-технологій для визначення координат пунктів у населених пунктах з багатоповерховою забудовою, у гірській місцевості серед лісу, ще є досить проблематичним. На таких територіях використовують поєднання GPS-позионування і полігонометричних мереж [3].

Для вимірювання відстаней та кутів у полігонометричних мережах нині застосовується електронні тахеометри.

Закріплення пунктів геодезичних мереж у населених пунктах виконується, в основному, за допомогою стінних знаків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для прив'язки до стінних знаків з використанням електронних тахеометрів застосовують різноманітні візирні цілі [4; 5]. Центри стінних знаків розташовані досить близько до площини стіни чи цоколя споруди. Недоліком таких пристроїв є значні габарити. Це зменшують сектор огляду пристроїв з боку тахеометра.

Тому було запропоновано новий пристрій для прив'язки до стінних знаків [6], конструкція якого позбавляє вказаних незручностей.

Виникла потреба у визначенні сталої віддалеміра електронного тахеометра Trimble 3305 DR в комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків.

Існують різні способи визначення сталої електронного віддалеміра [7]. Аналогом взято спосіб порівняння коротких відстаней, виміряних електронним тахеометром та мірним пристроєм – рулеткою.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Застосування електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків потребує подальшого розвитку методики визначення сталої електронного віддалеміра.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є ознайомлення з розробленою методикою визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків.

Виклад основного матеріалу. Новий пристрій [6] для прив'язки до стінних знаків має такі основні конструктивні елементи: корпус, у верхній частині якого знаходиться закріпний гвинт, що закінчується конусоподібним наконечником, який вгвинчується в отвір центра стінного знаку. Для приведення пристрою у робочий стан використовується круглий рівень. Відбивач світлових сигналів від електронного тахеометра виготовлено у вигляді тріпель-призми. Насадка на стінний знак має всередині порожнину, якою накриває головку стінного знаку. Закріпні гвинти утримують пристрій на стінному знаку.

Було виміряно 30 разів коротку відстань Trimble 3305 DR на відбивач нового пристрою, закріпленому на стінному знаку. Потім новий пристрій був знятий з стінного знаку. В трегер замість тахеометра було встановлено спеціальний пристрій для відлічування відстані до 0,1 мм. Вимірювалась та ж відстань за допомогою рулетки Inter Tool 10 разів відносно центра стінного знаку. Розраховувались середні значення виміряних відстаней та приводились до горизонту. У відстань вводились поправки за температуру та компарування.

Результати вимірювань підлягали виявленню постійної похибки за критерієм Аббе, відповідності нормальному розподілу за критерієм Колмогорова та з використанням асиметрії та ексцесу. У підсумку обчислено значення сталої та середню квадратичну похибку її визначення.

Висновки. Виконані експериментальні дослідження та опрацювання результатів з визначення сталої електронного тахеометра Trimble 3305 DR в комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків. Проведена статистична перевірка рядів вимірювань, яка показала відсутність систематичних похибок у рядах вимірювань та відповідність нормальному розподілу результатів. Величина сталої дорівнює $(+23,4 \pm 0,8)$ мм.

Ключові слова: вимірювання відстаней; рулетка; електронний тахеометр; стала електронних віддалемірів.

Рис.: 6. Табл.: 3. Бібл.: 10.

Постановка проблеми. У практиці геодезичних вимірювань все більше використовуються супутникові технології [1; 2]. Вони мають такі переваги у порівнянні з традиційними методами геодезії: незалежність від погодних умов, відсутність прив'язки до геодезичних пунктів (автономність), отримання координат точок у реальному часі.

Але GPS-вимірювання мають і свої недоліки. Застосування GPS-технологій для визначення координат пунктів, достатніх за точністю для створення геодезичних мереж в населених пунктах з багатоповерховою забудовою або ж у гірській місцевості чи на залісненій території, ще є досить проблематичним. Тож використовують поєднання GPS-позионування на відкритих ділянках місцевості та прокладання полігонометричних ходів на ділянках місцевості, де відбувається екранування сигналу GPS-супутників висотними спорудами, пагорбами та деревами [3].

Для вимірювання відстаней та кутів у полігонометричних ходах наразі застосовуються електронні тахеометри.

Закріплення пунктів геодезичних мереж в населених пунктах виконується, в основному, за допомогою стінних знаків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для прив'язки до стінних знаків чи визначення планових координат центрів стінних знаків з використанням електронних тахеометрів застосовують різноманітні візирні цілі [4; 5]. Одним з елементів конструкції візитних цілей є відбивач у вигляді тріпель-призми – для вимірювання відстаней, а візирна марка – для вимірювання горизонтальних кутів.

Центри стінних знаків розташовані досить близько до площини стіни чи цоколя споруди. Тому недоліком існуючих візирних цілей є те, що габарити візирних марок і тріпель-призм зменшують сектор повороту візирних цілей в напрямку на електронний тахеометр. Це додає незручностей під час визначення місця для встановлення електронного тахеометра. Тому було запропоновано новий пристрій для прив'язки до стінних знаків [6], конструкція якого позбавлена вказаних незручностей.

Виникла потреба у визначенні сталої віддалеміра електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків, виготовленим на кафедрі геодезії, картографії та землеустрою ЧНТУ.

Існують різні способи визначення сталої електронного віддалеміра [7]. За аналог взято спосіб, який ґрунтується на порівнянні відстаней, виміряних електронним тахеометром та компарованим мірним пристроєм.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Застосування електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків потребує подальшого розвитку методики визначення сталої віддалеміра, який вбудовано в електронний тахеометр.

Мета статі. Головною метою цієї роботи є ознайомлення з розробленою методикою визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра Trimble 3305 DR з використанням нового пристрою для прив'язки до стінних знаків.

Виклад основного матеріалу. Стінний знак 1 (рис. 1, *a*) має центр у вигляді отвору 2 малого діаметра, координати якого визначаються від найближчих пунктів геодезичної мережі. Стінний знак, що закладається у стіну 3 або цоколь капітальної споруди, зберігає координати на тривалий час та використовується для проведення прив'язки пунктів нової геодезичної мережі.

Під час прив'язки до стінного знаку електронний тахеометр встановлюється на короткій відстані від знаку та вимірюються напрям і відстань до нього.

Вибору місця встановлення електронного тахеометра можуть заважати місцеві предмети або дерева, які з'явилися від моменту закладки знаку до моменту прив'язки. Тому візирна ціль, яка встановлюється над центром стінного знаку, повинна забезпечувати якнайбільший сектор огляду.

Існують візирні цілі, типовим представником яких є візирна ціль, показана на рис. 1, *б*, яка має такі основні елементи: візирну марку 1, відбивач 2 у вигляді тріпель-призми, утримувачі відбивача 3, які дозволяють повертати відбивач у вертикальній площині, та перехідний пристрій 4 – для встановлення візирної цілі у верхню частину штанги, яка у нижній частині має конусоподібний наконечник для встановлення над центром стінного знаку. Штанга приводиться у вертикальне положення за допомогою круглого рівня, прикріпленого до неї.

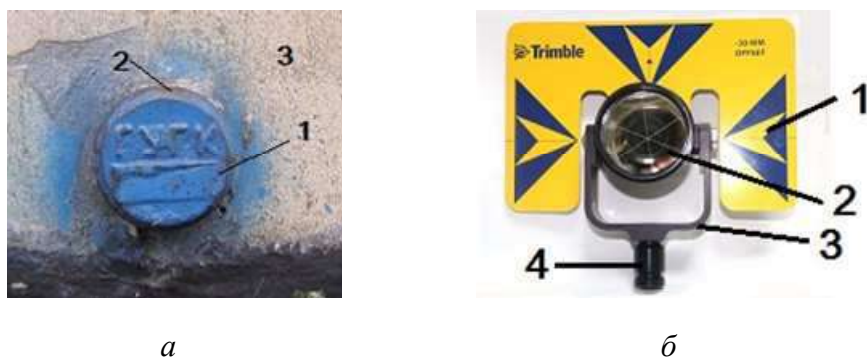


Рис. 1. Зовнішній вигляд стінного знаку та візирної цілі:
а – стінний знак, б – візирна ціль

З рис. 1 видно, що значні габарити візирної марки та тріпель-призми після встановлення на стінний знак дозволяють розвертати візирну ціль у напрямку на електронний тахеометр лише у малому за величиною секторі.

Запатентований [6] та виготовлений пристрій для прив'язки до стінних знаків має основні конструктивні елементи, наведені на рис. 2. Він містить корпус 1, у верхній частині якого знаходиться закріпний гвинт 2, що закінчується конусоподібним наконечником, який вгвинчується в отвір центра стінного знаку. Для горизонтування пристрою використовується круглий рівень 3. Відбивач світлових сигналів від електронного тахеометра виготовлено у вигляді тріпель-призми 4 з комплекту світловіддалеміра СТ5 «Блеск». Насадка 5 на стінний знак має всередині порожнину, якою накриває головку стінного знаку. Закріпні гвинти 6, розташовані з обох боків насадки, загвинчуються шестигранною викруткою та утримують пристрій на стінному знаку.

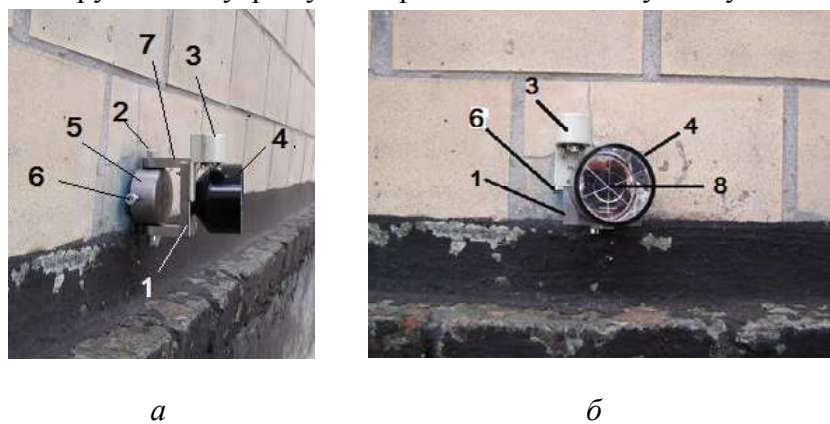


Рис. 2. Зовнішній вигляд пристрою, встановленого на стінний знак:
а – вигляд збоку, б – вигляд спереду

З рис. 2 видно, що відбивач 4 винесено за межі стінного знаку, а верхній та нижній рухомі важелі корпусу 1 дозволяють повертати відбивач в напрямку на електронний тахеометр у секторі, близькому до 180° . Цим забезпечується зручність у виборі місця встановлення електронного тахеометра під час прив'язки до стінного знаку.

Для визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків було використано коротку дистанцію. Це пов'язано з вимірюванням відстані за допомогою рулетки, коли провисання її полотна є мінімальним і не потребує врахування у результати вимірювання та добре видно середину 8 (див. рис. 2,б) відбивної поверхні тріпель-призми, утвореної перетином граней окремих призм, які складають її конструкцію.



Рис. 3. Вимірювання відстані за допомогою електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків

На штативі 1 (рис. 3) було встановлено електронний тахеометр Trimble 3305 DR 2, а новий пристрій 3 встановлено на стінний знак. Прицілювання на середину тріпель-призми було виконане видимим лазерним променем 4. Проведено серію з 30 вимірювань похилої відстані. Були взяті відліки за вертикальним кругом у напрямку на видимий центр 8 тріпель-призми (див. рис. 2, б) – для обчислення кута нахилу похилої відстані відносно горизонту.

Далі, електронний тахеометр, встановлений на штативі 1, було вилучено з трегера, а на його місце встановлено відліковий пристрій 2 (рис. 4). Новий пристрій знімався з стінного знаку. Полотно рулетки 3 своїм початком градування сполучалось з центром стінного знаку 4. Інший кінець рулетки 5 натягувався динамометром 6 до позначки 10 кг.

Технологія вимірювання контрольної відстані рулеткою Inter Tool включала:

- 1) орієнтування відлікових ліній відлікового пристрою паралельно торцю полотна рулетки та закріплення відлікового пристрою закріпним гвинтом підставки;
- 2) сполучення поділки рулетки 0,1м з центром отвору стінного знаку;
- 3) взяття відліків за рулеткою по відліковому пристрою відносно відлікової лінії, яка перпендикулярна торцю полотна рулетки.



Рис. 4. Вимірювання контрольної відстані з використанням рулетки

Відліковий пристрій (рис 5) має вигляд циліндра 1, у верхній частині якого розташована кругла платівка 2 з нанесеними різцем через її центр двох тонких відлікових ліній 3 та 4 під кутом 90° одна відносно одної. Такий відліковий пристрій було використано у попередніх дослідженнях [8], які показали відсутність ексцентриситету центру перетину ліній відносно осі обертання відлікового пристрою у межах точності вимірювань за рулеткою до 0,1 мм.

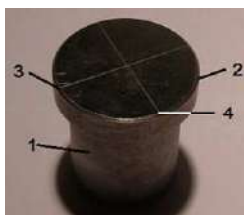


Рис. 5. Зовнішній вигляд відлікового пристрою

Було виконано 10 вимірювань контрольної відстані. Наступним кроком було опрацювання результатів вимірювань. У табл. 1 наведено результати вимірювань та опрацювання контрольної відстані. Відстань S_p , виміряна рулеткою дорівнює

$$S_p = \bar{S}_p + \Delta S_t + \Delta S_k, \quad (1)$$

де \bar{S}_p – середнє значення контрольної відстані, $\Delta S_t = 12,5 \cdot 10^{-5} (t - 20) \cdot \bar{S}$ – поправка за температуру вимірювання відстані $t = +14$ °С, ΔS_k – поправка за компарування, яке було виконане з використанням контрольної лінійки, яка має ціну поділки 0,02 мм.

Таблиця 1

Результати вимірювання контрольної відстані за допомогою рулетки та застосування критерію Колмогорова

| № | S_i | V_i | Z_i | Z'_i | $\bar{F}(z_i)$ | $F(z_i)$ | D_i |
|--|--------|-------|-------|--------|----------------|----------|------------|
| 1 | 3,4438 | -0,28 | -1,4 | -1,4 | 0,05 | 0,081 | -0,031 |
| 2 | 3,4442 | 0,12 | 0,6 | -0,9 | 0,15 | 0,184 | -0,034 |
| 3 | 3,4443 | 0,22 | 1,1 | -0,9 | 0,25 | 0,184 | 0,066 |
| 4 | 3,4443 | 0,22 | 1,1 | -0,9 | 0,35 | 0,184 | 0,166 |
| 5 | 3,4439 | -0,18 | -0,9 | -0,4 | 0,45 | 0,345 | 0,105 |
| 6 | 3,4439 | -0,18 | -0,9 | 0,6 | 0,55 | 0,726 | -0,176 |
| 7 | 3,4440 | -0,08 | -0,4 | 0,6 | 0,65 | 0,726 | -0,076 |
| 8 | 3,4442 | 0,12 | 0,6 | 1,1 | 0,75 | 0,864 | -0,114 |
| 9 | 3,4443 | 0,22 | 1,1 | 1,1 | 0,85 | 0,864 | -0,014 |
| 10 | 3,4439 | -0,18 | -0,9 | 1,1 | 0,95 | 0,864 | 0,086 |
| Середнє значення виміряної відстані \bar{S}_p , м | | | | | | | 3,44408 |
| Поправка за температуру ΔS_t , м ($t = +14$ °С) | | | | | | | -0,00027 |
| Поправка за компарування ΔS_k , м | | | | | | | 0,00074 |
| Виправлена відстань S_p , м | | | | | | | 3,44455 |
| Перевищення кінців мірної стрічки h_p , м | | | | | | | -0,17774 |
| Горизонтальне прокладення D_p , м | | | | | | | 3,44010 |
| Приведене горизонтальне прокладення $D_p \cdot k$, м | | | | | | | 3,44196 |
| СКП одного вимірювання з вибірки m_p , мм | | | | | | | 0,199 |
| СКП середнього значення з вибірки M_p , мм | | | | | | | 0,0629 |
| Статистика з вибірки $ D_{\max} $ / табличне значення D_q ($q = 0,05$) | | | | | | | 0,176/0,41 |

Була обчислена вибіркова середня квадратична похибка (СКП) одного вимірювання рулеткою m_p (табл. 1), середнє значення виміряної відстані M_p , відхилення V_i від середнього значення кожного вимірювання, нормовані відхилення Z_i ; побудовано варіаційний ряд Z'_i ; обчислено $\bar{F}(z_i) = \frac{i-0,5}{n}$ – емпіричні функції розподілу для порядкового номера вимірювання i та числа вимірювань $n = 10$; з таблиць [9] визначені теоретичні значення нормованої функції розподілу $F(z_i)$; обчислені різниці $D_i = \bar{F}(z_i) - F(z_i)$, з яких взято $|D_{\max}| = 0,176$ та з таблиць [9] визначено статистику $D_q = 0,41$. Оскільки $|D_{\max}| < D_q$, то розподіл статистичного ряду вимірювань контрольної відстані не суперечить нормальному.

Результати вимірювання відстані з використанням електронного тахеометра Trimble 3305 DR та розрахунки за критерієм Аббе наведені в табл. 2. Визначено: послідовні різниці результатів вимірювання $d = S_{i+1} - S_i$, їх квадрати d^2 , дисперсія з різниць

$$m_d = \frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} d_i^2, \text{ середнє значення виміряної відстані } \bar{S}_T, \text{ дисперсія з вибірки,}$$

$m_d = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (S_i - \bar{S}_T)$, статистика з вибірки $\delta = \frac{m_d^2}{m^2}$, табличне значення статистики

$\delta_q = 0,71$ [9]. Оскільки $\delta > \delta_q$, то систематична похибка у результатах вимірювання відсутня. Необхідність цих розрахунків виникла через припущення можливого впливу на результати вимірювань відстані нагрівання тахеометра. Крім того, обчислені: значення асиметрії S та ексцесу E з використанням програмного забезпечення Excel; дисперсія асиметрії та ексцесу $D_S = \frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}$, $D_E = \frac{24(n-3)}{(n+3)(n+5)}$ для $n = 30$; параметр $t = 2$ з таблиць розподілу

Стюдента для $q = 0,05$; припустимі значення дисперсії $t\sqrt{D_S}$ та ексцесу $t\sqrt{D_E}$ (табл. 2).

Оскільки $|S| \leq 2\sqrt{D_S}$ та $|E| \leq 2\sqrt{D_E}$, то розподіл результатів вимірювань відстані з використанням електронного тахеометра Trimble 3305 DR не суперечить нормальному [9].

Обчислені також: кут нахилу візирного променя ν електронного тахеометра; перевищення візирного променя $h_T = \bar{S}_T \cdot \sin \nu$; горизонтальне прокладення відстані $D_T = \bar{S}_T \cdot \cos \nu$ (див. табл. 2).

Таблиця 2

Результати вимірювання відстані за допомогою тахеометра Trimble 3305 DR та розрахунки за критерієм Аббе, асиметрії та ексцесу

| № | S_i , м | d , мм | d^2 , мм ² | № | S_i , м | d , мм | d^2 , мм ² |
|--|-----------|----------|-------------------------|----|-----------|----------|-------------------------|
| 1 | 3,418 | 0 | 0 | 16 | 3,419 | -1 | 1 |
| 2 | 3,418 | 1 | 1 | 17 | 3,418 | 1 | 1 |
| 3 | 3,419 | -1 | 1 | 18 | 3,419 | 0 | 0 |
| 4 | 3,418 | 0 | 0 | 19 | 3,419 | 1 | 1 |
| 5 | 3,418 | 0 | 0 | 20 | 3,42 | -1 | 1 |
| 6 | 3,418 | 0 | 0 | 21 | 3,419 | 0 | 0 |
| 7 | 3,418 | 0 | 0 | 22 | 3,419 | 1 | 1 |
| 8 | 3,418 | 0 | 0 | 23 | 3,42 | -2 | 4 |
| 9 | 3,418 | 0 | 0 | 24 | 3,418 | 2 | 4 |
| 10 | 3,419 | 0 | 0 | 25 | 3,42 | -3 | 9 |
| 11 | 3,419 | -1 | 1 | 26 | 3,417 | 2 | 4 |
| 12 | 3,418 | 1 | 1 | 27 | 3,419 | -1 | 1 |
| 13 | 3,419 | -1 | 1 | 28 | 3,418 | 1 | 1 |
| 14 | 3,418 | 1 | 1 | 29 | 3,419 | 0 | 0 |
| 15 | 3,419 | 0 | 0 | 30 | 3,419 | 0 | 0 |
| Σ | | | 6 | | | | 28 |
| $\Sigma \Sigma$ | | | | | | | 34 |
| Дисперсія з різниць d , мм ² | | | | | | | 0,586 |
| Дисперсія з вибірки m_T^2 , мм ² | | | | | | | 0,524 |
| Статистика з вибірки δ | | | | | | | 1,12 |
| Табличне значення статистики δ_q ($q = 0,05$) | | | | | | | 0,71 |
| Середнє значення вимірюваної відстані \bar{S}_T , м | | | | | | | 3,41860 |
| Нахил візирного променя ν | | | | | | | - 0°07'54" |
| Перевищення візирного променя h_T , м | | | | | | | 0,00786 |
| Горизонтальне прокладення D_T , м | | | | | | | 3,41859 |
| Вибіркові: асиметрія S / ексцес E | | | | | | | 0,210 / - 0,234 |
| Дисперсії: асиметрії D_S / ексцесу D_E | | | | | | | 0,170 / 0,561 |
| Припустимі значення: дисперсії $2\sqrt{D_S}$ / ексцесу $2\sqrt{D_E}$ | | | | | | | 0,825 / 1,498 |
| Стала для пари «Trimble 3305 DR – новий пристій» c , мм | | | | | | | + 23,4 |

Наступним кроком є визначення горизонтального прокладення контрольної відстані D_p (рис. 6)

$$D_p = \sqrt{S_p^2 - h_p^2}, \quad (3)$$

та приведеного горизонтального прокладення $D_p \cdot k$ (табл. 2). Масштабний коефіцієнт $k = 1,000578$ [10].

Стала електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим приладом для прив'язки до стінних знаків визначається за формулою (рис. 7)

$$c = \frac{D_p \cdot k - D_T}{\cos \nu_T}. \quad (4)$$

Значення сталої c наведено у табл. 2.

Крім визначення числового значення сталої, потрібно розрахувати її точність. Якщо врахувати наведені вище формули та позначення, можна отримати вихідне рівняння для визначення СКП сталої m_c

$$c = k \sqrt{\frac{S_p^2}{\cos^2 \nu_T} - [S_T \cdot \operatorname{tg} \nu_T - \frac{1}{\cos \nu_T} (R + a - b)]^2 - S_T}. \quad (5)$$

Після диференціювання виразу (5) та переходу до СКП і розрахунків для наведених значень: $d = R + a - b = 0,1856$ м; S_T , S_p , ν_T , m_p (табл. 1, табл. 2); $k = 1,000578$; СКП визначення $k - m_k = 5,62 \cdot 10^{-5}$ [10]; СКП вимірювання кута $5''$; СКП вимірювання розмірів R, a, b штангенциркулем $0,05$ мм (приймається для довірчої ймовірності $P = 0,95$; СКП вимірювання короткої відстані електронним тахеометром Trimble 3305 DR $m_T = 2$ мм та з утриманням найбільш вагомих доданків одержано формулу для визначення СКП сталої електронного тахеометра Trimble 3305 DR в комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків:

$$m_c = \sqrt{m_{S_T}^2 + m_{S_p}^2}. \quad (6)$$

За даними експериментального дослідження та опрацювання результатів СКП m_{S_p} можна було б прийняти рівним СКП середнього значення з результатів вимірювання контрольної відстані за допомогою рулетки. Однак, проведено тільки 10 вимірювань контрольної відстані, тому оцінка точності за малим об'ємом вибірки не є надійною. Доцільно визначити граничну величину СКП середнього значення. Для цього для довірчої ймовірності $P = 0,95$ були визначені величини: $\beta_1 = (1 - 0,95) / 2 = 0,03$; $\beta_2 = 1 - \beta_1 = 1 - 0,03 = 0,97$; $n - 1 = 10 - 1 = 9$. За значеннями вхідних величин $\beta_2 = 0,95$ та $n - 1 = 9$ з таблиць розподілу χ^2 [9] визначено $\chi = 2,205$ та коефіцієнт $\gamma = \sqrt{n - 1 / \chi^2} = \sqrt{9 / 2,205} = 2,020$. В результаті гранична величина для СКП середнього значення з результатів вимірювання контрольної відстані M_p (табл. 1) за допомогою рулетки становитиме $M_{p_{TP}} = \gamma \cdot M_p = 2,020 \cdot 0,0629 = 0,1271$ мм.

У ролі СКП m_{S_T} вимірювання відстані за допомогою електронного тахеометра Trimble 3305 DR було використано рівняння його точності $m_s = 2 \text{ мм} + 2 \text{ мм} \cdot S_{\text{км}}$, отримане в результаті багаторазового вимірювання контрольних відстаней на місцевості та наведено у паспорті тахеометра, яке для середнього значення відстані $\bar{S}_T = 3,4186$ м, вираженої у кілометрах, дозволяє отримати $m_s = 2 \text{ мм} + 2 \text{ мм} \cdot 0,0034 = 2,007 \text{ мм}$. Тоді СКП середнього

значення для числа вимірювання відстані електронним тахеометром $n = 30$ становитиме $M_T = m_s / \sqrt{n} = 2,007 / \sqrt{30} = 0,3664$ мм. Приймається $m_{s_r} = M_T = 0,3664$ мм. Тоді згідно з формулою (6) СКП визначення сталої електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків дорівнює $m_c = \sqrt{(0,3664)^2 + (0,1271)^2} = 0,388$ мм.

З наведеного розрахунку видно, що збільшення точності визначення сталої можливе за рахунок збільшення числа вимірювань відстані за допомогою електронного тахеометра.

У підсумку, для довірчої ймовірності $P = 0,95$, значення сталої електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків визначено в межах $(+23,4 \pm 2,0 \cdot 0,388)$ мм $= (+23,4 \pm 0,8)$ мм.

Висновки. Виконані експериментальні дослідження та опрацювання результатів з визначення сталої електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з новим пристроєм для прив'язки до стінних знаків. Проведена статистична перевірка рядів вимірювань, яка показала відсутність систематичних похибок у рядах вимірювань та відповідність нормальному розподілу результатів.

Величина сталої становить $(+23,4 \pm 0,8)$ мм.

Список використаних джерел

1. Tereshchuk O. Efficiency of application of satellite technology when performing land cadastral works in settlenets / O. Tereshchuk, I. Nystorik // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Львів, 2016. – Вип. 84. – С. 90–98.
2. Шульц Р. В. Практичні дослідження точності визначення координат за супутниковими технологіями у реальному часі / Р. В. Шульц, О. І. Терещук, А. О. Анненков, І. О. Нисторьяк // Інженерна геодезія. – 2014. – № 61. – С. 58–77.
3. Бурачек В. Г. Сумісне використання GPS-технологій та електронної тахеометрії для визначення координат точок опорної мережі / В. Г. Бурачек, І. О. Нисторьяк // Наукові аспекти геодезії, землеустрою та інформаційних технологій : II наук.-практ. конф. – К. : НАУ, 2013. – С. 70–75.
4. Рекламний проспект на електронні тахеометри KTS- 580(R) SERIES [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kolidainstrument.com>.
5. Электронные тахеометры Topcon, аксессуары [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.topcon.com>.
6. Патент на корисну модель №115048 України. Пристрій для прив'язки до стінних знаків. Крячок С. Д., Батюта О. С., Мамонтова Л. С., Потеруха В. О., Прохоренко О. П. – заявл. 21.11.16 ; опубл. 12.06.17, Бюл. №11. – 4 с.
7. Крячок С. Д. До визначення постійної поправки електронних віддалемірів / С. Д. Крячок // Вісник геодезії та картографії. – 2015. – № 2. – С. 4–7.
8. Крячок С. Д. Приведення ліній, виміряних рулеткою та електронним тахеометром, до одного масштабу / С. Д. Крячок, Л. С. Мамонтова, Ю. В. Щербак // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2017. – № 2 (8). – С. 7–15.
9. Войтенко С. П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів : навчальний посібник / С. П. Войтенко. – К. : КНУБА, 2003. – 216 с.
10. Крячок С. Д. Приведення ліній, виміряних рулеткою та електронним тахеометром, до одного масштабу (продовження) / С. Д. Крячок // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2017. – № 3 (9). – С. 9–19.

References

1. Tereshchuk, O. & Nestoryk, I (2016). Efficiency of application of satellite technology when performing land cadastral works in settlenets. *Heodeziia, kartohrafiia ta aerofotoznimannia – Geodesy, cartography and aerial photography*, issue 84, pp. 90–98.
2. Shults, R.V., Tereshchuk, O.I., Annenkov, I.O., (2014). Praktychni doslidzhennia tochnosti vyznachennia koordynat za suputnykovymy tekhnolohiiamy v realnomu chasi [Practical studies of the

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

accuracy of coordinates by satellite technology in real time]. *Inzhenerna heodeziy – Engineering geodesy*, issue 61, pp. 58–77 (in Ukrainian).

3. Burachek, V.H. & Nistor'yak, I.O. (2013). Sumisne vykorystannia GPS-tekhnologiy ta elektronnoi takheometrii dlia vyznachennia koordynat tochok opornoji merezhi [Compatible use of GPS technology and electronic tacheometry to determine the coordinates of the points of the reference network]. Proceedings from *Naukovi aspekty heodezii, zemleustroi i informatsiinykh tekhnologiy: II nauk.-prakt. konf. – Scientific aspects of geodesy, land management and information technologies. Conference proceedings of the Scientific and Practical Conference* (Kyiv). Kyiv: NAU, pp. 70–75 (in Ukrainian).

4. *Reklamnyy prospekt na elektronnykh takheometri KTS- 580(R) SERIES [Promotional banner on electronic tacheometers KTS- 580(R) SERIES]*. Retrieved from. <http://www.kolidainstrument.com>.

5. *Elektronnye takheometry Topcon, aksesuary [Topcon Electronic Tacometers, Accessorie]. Ofitsiynyi sait Topcon [Site of Topcon]*. Retrieved from. <http://www.topcon.com>.

6. Kryachok, S.D., Batyuta, O.S., Mamontova, L.S., Poterukha, V.O., & Prokhorenko, O.P. (2017). *Pryatrii dlia pryv'iazky do stinnykh znakiv [Devices for fix to wall signs]*. Patent Ukrainian No. № 115048.

7. Kriachok, S.D. (2015). Do vyznachennia postoiinoi popravky elektronnykh viddalemiramy [To determine the constant correction electronic rangefinders]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii – Journal of geodesy and cartography*, no. 2, pp. 4-7 (in Ukrainian).

8. Kryachok, S.D., Mamontova, L.S., Shcherbak, & Yu.V. (2017) Pryvedennya liniy, vymiryuvanykh ruletkoiu ta elektronnym takheometrom, do odnogo masshtabu [Bringing lines, which were measured by roulette and electronic total station, to one scale]. *Tekhnichni nauky i tekhnolohiyi – Technical sciences and technologies*, no. 2 (8), pp. 7–15 (in Ukrainian).

9. Voitenko, S.P. (2003) *Matematychna obrobka heodezychnykh vymiriv. Teoriia pokhybok vymiriv [Mathematical processing of geodetic measurements. The theory error of measurements]*. Kyiv: KNUBA (in Ukrainian).

10. Kryachok, S.D. Pryvedennya liniy, vymiryuvanykh ruletkoyu ta elektronnym takheometrom, do odnogo masshtabu (prodovzhennya) [Bringing lines, which were measured by roulette and electronic total station, to one scale (continuation)]. *Tekhnichni nauky i tekhnolohiyi – Technical sciences and technologies*, no. 3 (9), pp. 9–19 (in Ukrainian).

UDC 528.3

Serhiy Kryachok, Lyudmila Mamontova, Roman Hastruk

DETERMINATION OF A CONSTANT CORRECTION OF RANGEFINDER OF ELECTRONIC TOTAL STATION WITH USING A NEW DEVICE FOR REMOVAL OF COORDINATES FROM WALL MARKS

Urgency of the research. An important part of geodetic works is measurement lines. Linear measurements performed during the construction of geodetic networks, topographic survey, engineering and geodetic works. Therefore, ensuring reliable results of linear measurements is an urgent task.

Target setting. In the practice of geodetic measurements, satellite technology is increasingly being used [1, 2].

But GPS positioning also has its disadvantages. The use of GPS technology to determine the coordinates of points in settlements with multi-storey buildings, in mountainous terrain in the woods, is still quite problematic. In these areas, a combination of GPS positioning and polygonometric networks [3] is used.

To measure distances and angles in polygonometric networks, electronic tacheometers are currently being used.

Fixing of points of geodetic networks in settlements is carried out, basically, with the help of wall signs.

Actual scientific researches and issues analysis For binding to wall signs using electronic tachymeters, various visions are used [4,5]. The centers of the wall signs are located quite close to the wall or base of the building. The disadvantages of such devices are significant dimensions. This reduces the sector of device inspection from the side of the station.

Therefore, a new conjecture was proposed for binding to wall signs [6], whose construction deprives these inconveniences.

There was a need to determine the remote distance meter of the Trimble 3305 DR electronic meter, complete with a new device for binding to wall signs.

There are various ways to define a stable electronic distance monitor [7]. An analog method is used to compare short distances measured by an electronic stationer and a measuring device, a tape measure.

Uninvestigated parts of general matters defining The use of the Trimble 3305 DR electronic meter, complete with a new device for removal coordinates from the wall marks, requires the further development of a method for determining the constant correction electronic rangefinder.

The research objective. The main purpose of this work is to familiarize with the developed method for determining the constant correction of the electronic rangefinder Trimble 3305 DR, complete with a new device for removal coordinates from the wall marks.

The statement of basic materials. The new device [6] for attaching to wall signs has the following basic design elements: the body, the upper part of which is a fixing screw ending with a conical tip, which is screwed into the hole of the center of the wall sign. A round level is used to bring the device to its working condition. The reflector of light signals from the electronic station is made in the form of a troll-prism. The marker on the wall is inside the cavity, which covers the head of the wall sign. Fixing screws hold the stick on the wall sign.

It was measured 30 times the short distance Trimble 3305 DR on the reflector of the new device, fixed on the wall sign. Then the new device was removed from the wall sign. A special device for counting distances up to 0.1 mm was installed in the treadmill instead of the station. Measure the same distance with the inter tool roulette 10 times relative to the center of the wall sign. The average values of the measured distances were calculated and brought to the horizon. The distances were corrected for temperature and computation.

The results of the measurements were to be determined by the constant error of the ABBA criterion, the correspondence to the normal distribution by the Kolmogorov criterion and using asymmetry and excess.

The result is a constant and average square error of its definition.

Conclusions. The experimental researches and processing of the results for the determination of the permanent electronic timer, Trimble 3305 DR, are completed with a new device for binding to wall signs. A statistical check of series of measurements has been carried out, which showed the absence of systematic errors in the measurement series and correspond to the normal distribution of results. The constant value is $+ 23.4 \text{ mm} \pm 0.8 \text{ mm}$.

Key words: measuring distances; roulette; electronic total station; the constant correction of an electronic total station.

Fig.: 6. Tabl.: 3. Bibl.: 10.

УДК 528.3

Сергей Крячок, Людмила Мамонтова, Роман Гайструк

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ДАЛЬНОМЕРА ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРИВЯЗКИ К СТЕННЫМ ЗНАКАМ

Описана методика определения постоянной поправки электронного тахеометра в комплекте с новым устройством для привязки к стенным знакам. В экспериментальном исследовании была использована рулетка Inter Tool и электронный тахеометр Trimble 3305 DR. Сущность эксперимента заключалась в многократном измерении короткой линии рулеткой и тахеометром. Результаты измерений подлежали выявлению постоянной погрешности по критерию Аббе, соответствия нормальному распределению по критерию Колмогорова и с использованием ассиметрии и эксцесса. В итоге рассчитано значение постоянной поправки и среднюю квадратическую погрешность ее определения.

Ключевые слова: измерения расстояний; рулетка; электронный тахеометр; постоянная поправка электронных дальнометров.

Рис.: 6. Табл.: 3. Библ.: 10.

Крячок Сергей Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии, картографии та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14037, Україна).

Крячок Сергей Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Kryachok Serhiy – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of geodesy, cartography and land management, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: kryachock.serg@yandex.ua

Мамонтова Людмила Степанівна – старший викладач кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет. (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Мамонтова Людмила Степановна – старший преподаватель кафедры геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Mamontova Lyudmila – Senior Lecturer of the Department of geodesy, cartography and land management, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: liudmila mamontova@yandex.ua

Гайструк Роман Геннадійович – магістрант, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Гайструк Роман Геннадьевич – магістрант, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Roman Haistruk – master student, Chernihiv National University of Technology. (95 Shevchenko Str., 14027, Chernihiv, Ukraine).

E-mail: roma_jackdaniels@ukr.net

**ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТА ПОДАЧІ РУКОПИСІВ
НАУКОВИХ СТАТЕЙ ДО НАУКОВОГО ЖУРНАЛУ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**

Шановні дописувачі!

Для подання статті необхідно спочатку надіслати на електронну адресу tst.technical.sj@gmail.com Вашу статтю, рецензію та довідку про автора (ів) для попереднього розгляду редакційною колегією журналу «Технічні науки та технології».

Після отримання позитивного відгуку прохання сплатити вартість публікації і відправити весь пакет документів.

Для публікації статті у журналі «Технічні науки та технології» необхідно в обов'язковому порядку подати:

- електронний варіант статті, оформленої за зразком;
- рецензію на статтю за підписом доктора наук;
- довідку про авторів;
- квитанцію (скановану) про сплату вартості публікації наукової статті.

Опублікування наукових статей у журналі «Технічні науки та технології» є платним. Вартість публікації 1 сторінки наукової статті становить **50 грн** (прохання обов'язково уточнювати вартість публікації). Оплата підтверджується квитанцією.

**УМОВИ ПУБЛІКАЦІЇ, ВИМОГИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ, РЕКВІЗИТИ
ОПЛАТИ ТА ОСТАННІ НОМЕРИ НАУКОВОГО ЖУРНАЛУ «ТЕХНІЧНІ НАУКИ
ТА ТЕХНОЛОГІЇ» РОЗМІЩЕНО НА САЙТІ ЧЕРНІГІВСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ:**

<http://tst.stu.cn.ua/>

Контактна інформація.

Матеріали необхідно надсилати на адресу: 14035, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95, корп. 1, к. 242 (науково-дослідна частина).

Контактна особа: **Кормило Ірина Миколаївна.**

Тел. роб.: (0462) 66-52-27

Тел. моб.: (093) 592-78-12

E-mail: tst.technical.sj@gmail.com

**Відповідальність за матеріали, наведені у статті, несе автор.
Неправильно оформлені автором стаття та супровідні документи,
що не відповідають зазначеним вимогам, розглядатися не будуть.**

Редакція розглядає надходження публікації та супровідних документів (рецензії, довідки про авторів тощо) як згоду дописувача (ів) щодо передачі авторського права на використання твору (тиражування, розповсюдження тощо).

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (10)

Відповідальний за випуск
Коректор
Комп'ютерна верстка і макетування

О. І. Пилипенко
О. С. Смелова
Т. М. Колот

Підписано до друку 11.12.2017. Формат 60x84/8. Друк різнографія.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. – 32,31.
Тираж 100 пр. Замовлення № 404/17.

Редакційно-видавничий відділ Чернігівського національного технологічного університету
14035, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4802 від 01.12.2014 р.