

Секція 1. **НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ**

УДК 664.022.3:[546.72-386:577.114.4:635.82]

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЗАЛІЗОВМІСНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ ГЛЮКАНУ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ (PLEUROTUS OSTREATUS)

Н.К. Черно, С.О. Озолина, О.В. Нікітіна

Технологія складається з двох етапів: вилучення глюкану з гливи і одержання залізовмісного комплексу. Полісахарид екстрагують 3% розчином луку протягом 4 год. Залізовмісний комплекс отримують суміщенням розчину ферум (III) хлориду з концентрацією Fe^{3+} 0,075% з 0,150% розчином глюкану в масовому співвідношенні 1,00:2,00 при 98...100°C, рН = 11,5.

Ключові слова: технологія, комплекс, залізо, глюкан, глива звичайна, залізодефіцитні стани.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ГЛЮКАНА ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (PLEUROTUS OSTREATUS)

Н.К. Черно, С.А. Озолина, А.В. Никитина

Технология включает два этапа: экстракцию глюкана из вешенки и получение железосодержащего комплекса. Полисахарид экстрагируют 3% раствором щелочи в течение 4 часов. Железосодержащий комплекс получают совмещением раствора хлорида железа (III) с концентрацией Fe^{3+} 0,075% с 0,150% раствором глюкана в массовом соотношении 1,00:2,00 при 98...100°C, рН = 11,5.

Ключевые слова: технология, комплекс, железо, глюкан, вешенка обыкновенная, железодefицитные состояния.

THE TECHNOLOGY OF OBTAINING IRON-CONTAINING COMPLEX BASED ON GLUCAN FROM PLEUROTUS OSTREATUS

N. Chernov, S. Osolina, O. Nikitina

Iron deficiency anaemia is a very common disease. It is found in a latent form in every second woman living in the developed world. For the prevention and

© Черно Н.К., Озолина С.О., Нікітіна О.В., 2016

treatment of anaemia, it is recommended to use complexes of ferric with carbohydrates. They are safer and show higher digestibility in comparison with the preparations that have iron in the form of salts of organic and inorganic acids.

The aim of the work is to develop the technology of iron-containing complex based on glucan from *Pleurotus ostreatus*. The technology includes two stages: extraction of glucan from mushrooms and formation of iron-containing complex.

Preliminary the mushrooms were dried, ground up, and alcohol-soluble substances were extracted. The task of the first stage was to obtain the extract of glucan with high immunomodulatory properties. This extract had the minimum content of the related substances (protein, melanin). It was shown that for obtaining the extract it was necessary to treat the prepared raw materials with 3% alkali solution for 4 hours. The obtained extract was acidified and after that the related substance was separated by centrifuged.

At the second stage, the task was to obtain the iron-containing complex with a stable high yield in aggressive environment of gastrointestinal tract. Rational conditions for obtaining iron-containing complex were the combination of ferric (III) chloride and polysaccharide solutions; concentrations of solutions were $Fe^{3+} - 0.075\%$, polysaccharides – 0.150%; mass ratio of iron and polysaccharides – 1.00:2.00, temperature 98...100°C, pH = 11.5. This complex contained Fe^{3+} , glucan, melanin, protein. It was found that the obtained iron-containing complex based on glucan from *Pleurotus ostreatus* was microbiologically safe and remained usable within 12 months of storage.

Keywords: technology, complex, iron, glucan, *Pleurotus ostreatus*, iron deficiency.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Мікроелементи є есенціальними компонентами їжі, які виконують життєво важливі функції в організмі людини. Серед есенціальних мікроелементів залізу належить особливе місце: вміст залізовмісного комплексу гемоглобіну є одним із найважливіших загальноприйнятих показників, за допомогою яких характеризують стан здоров'я людини [1; 2].

Залізодефіцитна анемія є вельми поширеним захворюванням, особливо це стосується жіночої половини людства. Так, у кожної другої жінки, що мешкає в розвинених країнах світу, її виявлено в прихованій формі [2; 3].

До анемії призводять такі фактори, як дефіцит заліза в їжі, його погане засвоювання в травному тракті, втрати під час кровотечі, часті та тривалі інфекційні захворювання [4; 5]. Засвоюваність заліза значною мірою визначається його біодоступністю: засвоюваність цього елемента, що міститься в рослинній сировині у вигляді солей, набагато нижча, ніж заліза, яке міститься у тваринній сировині у вигляді біокомплексів із високомолекулярними органічними сполуками [5; 6]. Тому перспективи використання препаратів

антианемічної дії, в яких залізо міститься у вигляді солей неорганічних та органічних кислот, є вельми спірними. До того ж ці засоби мають достатньо багато протипоказань [7; 8]. Зазначене вище послужило поштовхом для розробки більш безпечних і дієвих комплексів заліза з біополімерами вуглеводної природи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для корекції та профілактики залізодефіцитних станів запропоновано комплекси ферум (III) гідроксиду і полісахаридів різної природи [7–13].

Так, одержано та охарактеризовано залізовмісний комплекс декстрану (полімальтози) [13]. Вважають, що він являє собою поліциклічну неорганічну складову (FeOON)_n, яка вкрита молекулами вуглеводу, що утримуються на її поверхні за допомогою водневих зв'язків. Така структура подібна до існуючої в організмі людини транспортної форми заліза – феритину, комплекс проявляє високі антианемічні властивості й не має недоліків, притаманних солям дивалентного заліза. Побічні ефекти цього препарату обумовлені тим, що декстран є полісахаридом мікробного походження, а це може провокувати утворення антитіл із високим ризиком розвитку алергічних реакцій та анафілактичного шоку [11]. Слід зауважити, що це єдиний залізовмісний препарат на основі полісахаридів, наявний на ринку. Технологія його виробництва не розголошується.

Можливе також отримання залізовмісного комплексу на основі іншого полісахариду мікробного походження – пулулану, який також характеризується високим алергізуючим потенціалом [12]. Технологія одержання комплексу є вельми складною. Спочатку мікробним синтезом отримують полісахарид, який вилучають із культуральної рідини, очищують від супутніх домішок і далі проводять його обмежений кислотний гідроліз. Окремо готують ферум (III) гідроксид. Потім його змішують із попередньо підготовленим вуглеводом, доводять рН реакційного середовища до 10,5 та автоклавують отриману суміш при температурі 120 С протягом 3–4 годин. Препарат призначений для використання парентерально, що обмежує коло його споживачів. Відомостей щодо його виробництва немає.

Запропоновано також отримання залізовмісного комплексу з використанням полісахариду рослинного походження – арабіногалактану, вилученого з модрина [10]. Порівняно з попередньою ця технологія є простішою. Вона передбачає одержання полісахариду, потім суміщення розчинів ферум (II) сульфату, ферум (III) хлориду та полісахариду з доведенням рН реакційного середовища до 10–11, подальшим кип'ятінням суміші та її фільтруванням. Цільовий продукт осаджують із фільтрату спиртом і

сушать. Але препарат характеризується низьким вмістом заліза – 3,5%, окрім того, наявність у його складі двовалентного заліза значно знижує безпечність його використання.

Вітчизняних технологій отримання залізовмісних комплексів на основі полісахаридів не існує [14]. Попередніми дослідженнями нами доведено можливість одержання комплексу ферум (III) полігидроксиду з β -глюканами грибів [15]. Беззаперечною перевагою таких комплексів є наявність у їхньому складі β -глюканів, які проявляють власну фізіологічну активність – є ефективними імуномодуляторами [16].

Мета статті. Мета роботи – розробка технології отримання комплексу ферум (III) гідроксид – глюкан гливи.

Технологія включає два етапи: вилучення глюкану з гливи і отримання залізовмісного комплексу на основі полісахариду.

Виклад основного матеріалу дослідження. Спочатку було підбрано умови екстракції полісахаридів із грибів, за яких вони б містили мінімальну кількість супутніх речовин неуглеводної природи і до того ж характеризувалися високим вмістом глюканової складової.

Виходячи з класичних підходів щодо вилучення геміцелюлоз із рослинної сировини [17], у досліджах використовували 2, 3 і 4% розчини натрій гідроксиду. Тривалість екстракції, яку вели при 100°C, обмежили 6 год. Як видно з отриманих результатів (рис. 1), у разі збільшення концентрації лугу в розчині й тривалості обробки розчинність складових сировини підвищується, про що свідчить зростання масової частки сухих речовин в екстрактах, хоча після 4 год обробки цей процес помітно гальмується.

Результати аналізу експериментальних даних щодо впливу досліджуваних факторів на вміст вуглеводної складової в екстрактах (рис. 2) свідчать, що збільшення концентрації лужного реагенту сприяє зменшенню вмісту в них вуглеводів за рахунок переходу до розчину супутніх речовин – меланінів і білка (табл. 1).

Імовірно, це обумовлено тим, що за таких умов відбувається руйнація зв'язків між біополімерами і їх розчинність підвищується.

Як видно з результатів аналізу моносахаридного складу вуглеводної складової екстрактів, зміна умов обробки гливи в розглянутих межах значень параметрів концентрації лугу під час перебігу процесу протягом 4 год не впливає на вміст домінуючого полісахариду – глюкану (табл. 2).

Зваживши на отримані результати (кількість сухих речовин, яка переходить до екстракту, вміст у них вуглеводів), слід вважати доцільним проведення екстракції полісахаридів шляхом обробки попередньо підготовленої сировини 3% розчином лугу протягом 4 год.

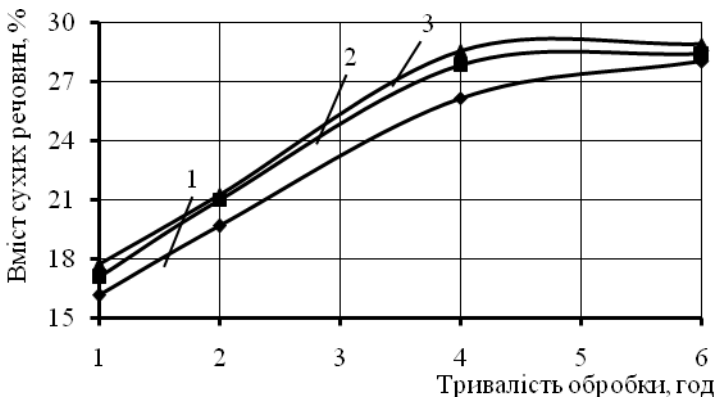


Рис. 1. Залежність вмісту сухих речовин в екстрактах від концентрації розчинів натрій гідроксиду і тривалості обробки: 1–2% розчин NaOH; 2–3% розчин NaOH; 3–4% розчин NaOH

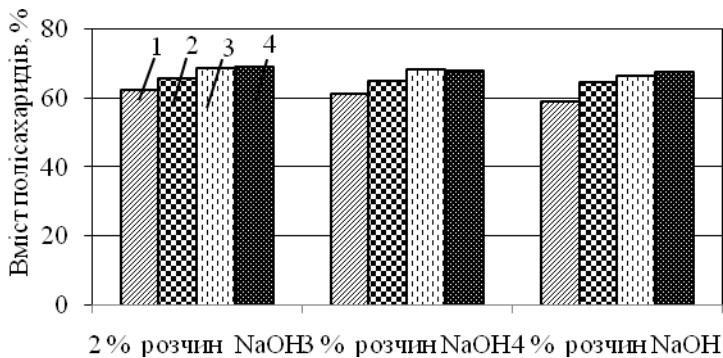


Рис. 2. Залежність вмісту полісахаридів в екстрактах від концентрації розчинів гідроксиду натрію і тривалості обробки: 1–1 год; 2–2 год; 3–4 год; 4–6 год

Таблиця 1

Склад препаратів

Концентрація розчину луґу, %	Вміст компонентів, % від сухих речовин			Вихід, %
	Вуглеводи	Білок	Меланіни	
2	94,3	2,7	0,8	6,8
3	92,9	3,5	1,1	8,5
4	88,2	6,4	1,9	8,6

Таблиця 2

Моносахаридний склад полісахаридних гідролізатів, (% співвідношення)

Концентрація розчину луґу, %	Галактоза	Глюкоза	Маноза
2	11,6	82,6	5,8
3	12,3	82,3	5,4
4	12,3	82,4	5,3

Підрунтям для визначення режимів отримання залізовмісного комплексу на основі вилучених полісахаридів були результати дослідження впливу низки факторів на вихід залізовмісних комплексів і вмісту в них неорганічної складової. Так, показано [15], що при рН = 12 зміна масового співвідношення залізо : полісахариди від 1,00:3,00 до 1,00:1,25 несуттєво впливає на цей показник і лише після досягнення величини – 1,00:1,00 спостерігається його різке падіння. Проте масова частка заліза у складі розчинних комплексів закономірно поступово зростає і навіть в останньому випадку (при співвідношенні 1,00:1,00) знижується незначною мірою.

Було також встановлено, що рН середовища в межах 10,5–11,5 майже не впливає на вихід комплексів і вміст заліза в їхньому складі. У разі співвідношення залізо : полісахариди 1,00:1,25, за умов проведення процесу комплексоутворення при рН = 11,5 зразок характеризувався максимальними показниками як виходу комплексу, так і вмісту в ньому заліза. У разі зниження рН реакційного середовища до 9,5 зазначені показники знижувалися.

Спроба підвищити масову частку комплексу в розчині шляхом збільшення концентрації вихідних компонентів: іонів заліза до 0,30%, а полісахаридів до 0,53% при їх масовому співвідношенні 1,00:1,75 і значенні рН реакційного середовища 12,0 – супроводжувалася значним зниженням виходу цільового продукту.

Проте об'єктивний підхід до вибору умов отримання залізовмісних комплексів має враховувати такий показник, як їхню стійкість в умовах кислого середовища шлунка під час транспортування травним трактом [7–9]. Тому моделювали поведінку отриманих зразків комплексу в розчинах, які імітували відділи травного тракту людини: їх витримували при температурі 37°C спочатку 3 год при рН = 1,8 (умови шлунка), потім 3 год при рН 8,2 (кишечний відділ, де і відбувається всмоктування препарату) [4; 5]. Стійкість зразків оцінювали, контролюючи вміст комплексу в розчині.

Як видно з отриманих результатів (рис. 3), умови одержання комплексів суттєво впливають на їхню стійкість. У кислому середовищі стабільні зразки отримано при рН реакційного середовища 11,5. У разі наближення до нейтрального середовища цей показник знижується в декілька разів. Найбільша стійкість притаманна зразкам із високим вмістом полісахаридної складової. Останнє стає зрозумілим, якщо ґрунтуватися на сучасних уявленнях щодо будови подібних комплексів [9; 11; 12; 18]. Вважають, що вони являють собою глобули, які містять поліциклічний ферум (III) гідроксид, вкритий вуглеводною оболонкою. Така структура утримується за рахунок водневих зв'язків між ними. Збільшення кількості вуглеводів у зразку, імовірно, дозволяє підвищити товщину оболонки на поверхні неорганічної складової і краще захистити її від руйнації під дією хлоридної кислоти.

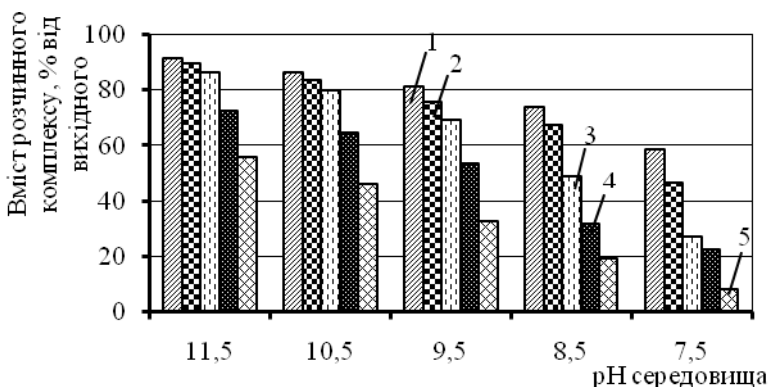


Рис. 3. Зміна вмісту розчинних комплексів після послідовної їх інкубації в середовищах із рН = 1,8 і 8,2: 1 – 1,00:3,00; 2 – 1,00:2,50; 3 – 1,00:2,00; 4 – 1,00:1,75; 5 – 1,00:1,25

Узагальнюючи всі отримані результати, раціональними умовами отримання залізовмісного комплексу на основі глюкану з високим виходом і вмістом заліза, стійкого до дії кислого середовища, слід вважати суміщення розчинів ферум (III) хлориду з концентрацією Fe^{3+} 0,075 і 0,150% розчину глюкану гливи в масовому співвідношенні 1,00:2,00. Температура реакційного середовища становить 98...100°C, рН = 11,5.

Ураховуючи одержані дані, розроблено технологію отримання залізовмісного комплексу на основі глюкану гливи (рис. 4). Технологія складається з декількох етапів.

Спочатку з попередньо висушеної та подрібненої сухої грибної сировини вилучають спирторозчинні речовини шляхом її обробки 70,0% спиртом із ГМ 10 при температурі 60°C протягом 40–45 хв за умов перемішування. Екстракт відокремлюють центрифугуванням. З отриманого твердого залишку екстрагують лугорозчинні речовини 3,0% розчином натрій гідроксиду з ГМ 5 при температурі 98°C протягом 240–250 хв за умов перемішування. Суміш центрифугують, осад промивають і знову центрифугують. Отриманий супернатант обробляють концентрованим розчином фосфатної кислоти для осадження меланопротейнової компоненти, її відокремлюють центрифугуванням. До одержаного супернатанту додають спирт для осадження полісахаридів.

Потім отриманий продукт розчиняють у воді та додають 0,05% об'єму 8% водного розчину NaOH. Реакційну суміш нагрівають до температури 90...92°C, туди ж при перемішуванні протягом 10 хв подають 0,3 об'єму розчину ферум (III) хлориду концентрацією Fe^{3+} 0,075%. Після цього розчин охолоджують до температури 78...80°C, нейтралізують, рідку фазу декантують, діалізують, концентрують і висушують.

Хімічний склад та мікробіологічні показники якості отриманого продукту, які визначено за ГОСТ 30518-97 та ДСТУ IDF 100B:2003, наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Характеристика залізовмісного комплексу на основі глюкану гливи звичайної

Найменування показника	Значення
Масова частка заліза, %	30,7
Масова частка глюкану, %	62,6
Масова частка білка, %	2,4
Масова частка меланінів, %	0,7
КМАФАнМ 10^2 КУО/г	0,1
БГКП, КУО/г	Відсутні

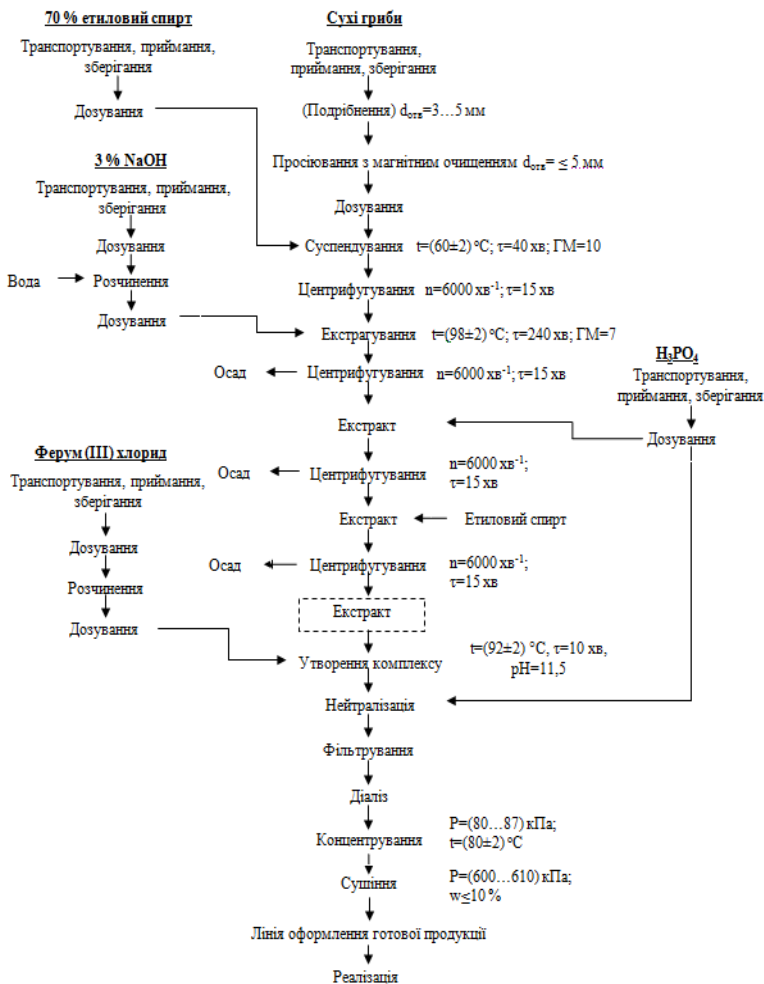


Рис. 4. Технологічна схема отримання залізовмісного комплексу на основі глюкану гливи

Установлено, що отриманий залізовмісний комплекс на основі глюкану гливи характеризується доволі високим вмістом заліза, є мікробіологічно безпечним та залишається доброякісним протягом 12 місяців зберігання.

Висновки. Розроблено технологію отримання залізовмісного комплексу на основі глюкану гливи звичайної, яка складається з двох етапів: вилучення полісахариду з грибів і одержання залізовмісного комплексу.

Показано, що для отримання глюкану з мінімальним вмістом супутніх речовин доцільно обробляти попередньо підготовлену сировину 3% розчином лугу протягом 4 год. Рациональними умовами отримання стійкого до дії кислого середовища залізовмісного комплексу є: суміщення розчину ферум (III) хлориду з концентрацією Fe^{3+} 0,075 і 0,15% розчину глюкану гливи в масовому співвідношенні 1,00:2,00 при температурі реакційного середовища 98...100°C, pH = 11,5.

Список джерел інформації/ References

1. Soetan, K.O., Olaiya, C.O., Oyewole, O.E. (2010), "The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review", *Afr. J. Food Science*, No. 4 (5), pp. 200-222.

2. Milman, N. (2011), "Anemia – still a major health problem in many parts of the world", *Ann. Hematol.*, No. 90, 369-377.

3. Bernoist, B., McLean, E., Egli, I., Cogswell, M. (2008), *Worldwide Prevalence of Anaemia 1993–2005: WHO Global Database on Anaemia*, World Health Organization, Geneva, 41 p.

4. Beaumont, C. (2004), "Molecular mechanisms of iron homeostasis", *Med. Sci.*, No. 20(1), pp. 68-72.

5. Miret, S., Simpson, R.J., McKie, A.T. (2003), "Physiology and molecular biology of dietary iron absorption", *An. Rev. Nutr.*, No. 23, pp. 283-301.

6. Geisser, P., Burckhardt, S. (2011), "The pharmacokinetics and pharmacodynamics of iron preparations", *Pharmaceutic.*, No. 3, pp. 12-33.

7. Ortiz, R., Toblli, J.E., Romero, J.D. (2011), "Efficacy and safety of oral iron (III) polymaltose complex versus ferrous sulfate in pregnant women with iron-deficiency anemia: a multicenter, randomized, controlled study", *J. Mat.-Fetal. Neonatal. Med.*, No. 24 (11), pp. 1-6.

8. Hutchinson, C., Al-Ashgar, W. D., Liu, Y., Hider, R. C. (2004), "Oral ferrous sulphate leads to a marked increase in pro-oxidant nontransferrin-bound iron", *E. J. Clin. Inv.*, No. 34 (11), pp. 782-784.

9. Nikolic, G., Cacic, M. (2007), "Physical investigations of colloidal iron–inulin complex", *Col. J.*, No. 69 (4), pp. 501-509.

10. Синтез железо (II, III) содержащих производных арабиногалактана / С. А. Медведева, Г. П. Александрова, Л. А. Грищенко, Н. А. Тюкавкина // Журнал общей химии. – 2002. – № 9. – С. 1569–1573.

Medvedeva, S.A., Aleksandrova, G.P., Grishenko, L.A., Tjukavkina, N.A. (2002), "Synthesis of iron (II, III) containing derivatives of arabinogalactan" ["Синтез zhelezo (II, III) soderzhashhih proizvodnyh arabinogalaktana" *Zhurnal obshhej himii*], *J. of General Chem.* No. 9, pp. 1569-1573.

11. Coe, E.M., Bereman, R.D., Monte, W.T. (1995), "An investigation into the size of an iron dextran complex", *Biochem.*, No. 60, pp. 149-153.

12. Nikolic, G., Cakic, M., Lli, L., Ristic, S., Cakic, Z. (2002), "Synthesis of some new antianemics I. Iron pullulan complexes of pharmaceutical interest", *Pharmazie*, No. 57 (3), pp. 155-158.

13. Geisser, P. (2007), "Safety and efficacy of iron(III)-hydroxide polymaltose complex: a review of over 25 years experience", *Arzneimittelforschung*, No. 57 (6A), pp. 439-452.

14. Мнушко М. Н. Аналіз асортименту антианемічних препаратів, представлених на ринку України / М. Н. Мнушко, Ю. М. Кобець, А. О. Вадьольський // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2011. – Вип. 24 (2). – С. 99–101.

Mnushko, M.N., Kobec, Ju.M., Vadlovskiy, A.O. (2011), "Analysis range of antianemic drugs on the market of Ukraine", *Current issues of pharmaceutical and medical science and practice* ["Analiz asortymentu antyanemichnyh preparativ, predstavlenyh na rynku Ukrainy", *Aktual'ni pytannja farmacevtychnoi' i medychnoi' nauky ta praktyky*], No. 24 (2), pp. 99-101.

15. Черно Н. К. Отримання залізовмісних комплексів на основі полісахаридів гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) / Н. К. Черно, С. О. Озоліна, О. В. Нікітіна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – X., 2015. – Вип. 2 (22). – С. 295–303.

Cherno, N., Osolina, S., Nikitina, O. (2015), "Preparation of iron complexes based on polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*", *Advanced equipment and technology of food production of restaurant industry and trade: Collected papers* ["Otrimannja zalizovmisnih kompleksiv na osnovi polisaharidiv glivi zvichajnoi' (*Pleurotus ostreatus*)", *Progresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vurobnystv restorannogo gospodarstva i torgivli: Sb. nauk. pr.*], KhDUKht, Kharkiv, No. 2 (22), pp. 295-303.

16. Villares, A., Mateo-Vivaracho, L., Guillamon, E. (2012), "Structural features and healthy properties of polysaccharides occurring in mushrooms", *Agriculture*, No. 2, pp. 452-471.

17. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович. – Л. : Агрпромиздат, 1987. – 430 с.

Ermafov, A.I. Arasimovich, V.V. (1987), *Methods of Biochemical Plant Research*, [Metody biokhimeskogo issledovanija rastenij], Agropromizdat, 430 p.

18. Somsook, E., Hinsin, D., Buakhrong, P., Teanchai, R. (2005), "Interactions between iron (III) and sucrose, dextran, or starch in complexes", *Carbohydr. Polymer.*, No. 61, pp. 281-287.

Черно Наталія Кирилівна, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри, кафедра харчової хімії, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна. Тел.: 0487124176; e-mail: onaft_foodchem@mail.ru.

Черно Наталия Кирилловна, д-р техн. наук, проф., зав. кафедры, кафедра пищевой химии, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039, Украина. Тел.: 0487124176; e-mail: onaft_foodchem@mail.ru.

Cherno Natalya, Doctor of Sciences, Professor, Head of Department, Department of Food Chemistry, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatnaya st., 112, Odessa, 65039, Ukraine. Tel.: 0487124176; e-mail: onaft_foodchem@mail.ru.

Озоліна Софія Олександрівна, канд. хім. наук, доц., кафедра харчової хімії, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна. Тел.: 0487124176; e-mail: onaft_foodchem@mail.ru.

Озолина София Александровна, канд. хим. наук, доц., кафедра пищевой химии, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039, Украина. Тел.: 0487124176; e-mail: onaft_foodchem@mail.ru.

Osolina Sophya, Candidate of Sciences, (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Associate Professor, Department of Food Chemistry, Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatnaya st., 112, Odessa, 65039, Ukraine. Tel.: 0487124176; e-mail: onaft_foodchem@mail.ru.

Нікітіна Олександра Валеріївна, канд. техн. наук, наук. співроб., проблемна наукова-дослідна лабораторія, Одеська національна академія харчових технологій. Адреса: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна. Тел.: 0951924212; e-mail: alex.nikitina@gmail.com.

Никитина Александра Валериевна, канд. техн. наук, науч. сотр., проблемная научно-исследовательская лаборатория, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039, Украина. Тел.: 0951924212; e-mail: alex.nikitina@gmail.com.

Nikitina Olexandra, Ph.D., Researcher, Problem Research Laboratory Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatnaya st., 112, Odessa, 65039, Ukraine. Tel.: 0951924212; e-mail: alex.nikitina@gmail.com.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.В. Євлаш.
Отримано 15.10.2016. ХДУХТ, Харків.*